



モニタ <デジタル色標準>が色彩学を一新、未来色彩学の新た表/測色法誕生！

色彩学革命！ 国際色標準 CIE XYZ法で.025単位のCMY混色値すべてを色計算し、眼で弁別可能とされる750万色超*の計算相当色をリアルタイムでモニタに発色させ、そのデジタル対応新くデジタル色標準>と視感等色させ、史上初マンセルをはるかに超え、あらゆる光という光、色という色>すべて、色覚をも高精度で数値化し計測化できる最先端 視感 総合色彩計測システム。色彩情報 百万倍！数理的 実証的、厳密。だからその日から俄然 色彩学が面白くなる！

従来のRW CMYシステムはフィルター不要の<RW CMY COLOR SYSTEM DIGITAL>に大変身！

Professional RW CMY COLOR SYSTEM DIGITAL CIE マンセル RGBをカバー！
<RW CIE Color Calc> iP-1.2(ia, io)

・ ia : iPad用 ・ io : iPhone/iPod用

*デジタル色計算総数：フィルター24枚の組み合わせ=2の24乗=1670万色。1670万色×12((6(光源)×2(透過/反射))=201,326,592=2億！さらに「Block」モードで倍増はあまり意味がない。モニタ発色1670万の範囲内で視感可能750万色すべてが数値化され、同数の計測化が可能になる。

<RW CMY、マンセル、CIEを包括する、空前絶後の視感総合色システム アプリ>

世界最先端 <RW iPad 数理・実証 色彩学 > 発刊ご案内

●色の真実に迫る！まさに想像を超える 色彩学ツール 遂にスマホ・タブレットで感動の登場！

<要約>

iPhone [iPod, iPad] 画面で、CMY+ND混色ボタン、透過色T/反射色R切換えボタン、およびA.B.C.D65,D50,F8各6種光源切り換えボタンを操作し、これまでの限定された色材色票に代わる1670万色に迫る膨大な《デジタル色標準》を発色させてこれを視覚色基準とし、視感等色することによって、あらゆる光、あらゆる物体色のCIE XYZ、色度xy、主波長λ、刺激純度p、CIE Lab、およびマンセルHV/C値をRGBレベル値とともに厳密計算してモニタ発色させ、その分光分布、色度図まで、ほとんどの測色データをフル表示。

減法混色による色の加減算、およびこれまで計測不能だった光色〔色温度K〕、透過色を含む物体色のすべて、仮想色、さらに〔色覚〕までをRW CMY減法混色法とCIE XYZ表色法をベースに、色彩計測技術史上はじめて、数値と色を同時に確認しながら数理的、実証的に色の分析や比較検証、客観判定とデータ記録を可能にする、スマホIT時代の世界でもつとも進化した、多機能で高精度、しかも視感判定ながら客観判定を可能にする、まったくデメリットのない究極の色彩計測システムを構築。そこで経験したことのない未来色彩学を展開！

●色彩学の立ち遅れ、色票による視感計測の限界

IT情報革命により、すべてが大変革されるなか、色彩学だけが取り残されるなどは許される筈はない。この分野ほど改革が立ち遅れている分野は他にないからである。早い話、作家なら展示にとって重要なギャラリーの照明光の色。そこにある物体の属性としての色すらも簡単に計測できる方法がない。それどころか、RGB時代に入ったとはいえ、これまでの色彩学では計測化、数値化の前に「色とは何か」の色彩理論も必ずしも確立しているとはいえ、得られる色彩情報は50年前とまるで変わらないほど乏しい。だから、色票、色名票にCMY値やRGB値が付けられたりしているが、検証の方法は一般には無に等しく、他の科学分野に比べると、色彩にかかわる科学力の進化はきわめて遅れているといえるのであろう。「色は数理的に実証し検証ができない」だから、「ほとんどがあいまいに見過ごされている」そのことがもつとも問題点であろう。

まず計測化し数値化が可能な色数は氷山の一片。われわれの眼で弁別可能な色の総数は750万位とされるが、視感判定できる唯一の色モノサシマンセルHV/C法のJIS標準色票は3000色に満たず各色票間にはかなりの段差があるから任意色がびたりと合うことは減多にない。したがって得られるほとんどは推測値となり、照明光による色の変化もわからず、光源色、透過色ははなから対象外とされる。要するに現状は氷山の一角すら計測化できずに諦められているということであるが、よく考えれば、<色標準>を色材色票とするかぎりそれは仕方のないこと。色材色票では無限の<色という色、光という光>に対応できる道理がない。そもそも方法論的に無理なことなのである。

●CIE表色法と問題点

一方、光の分光分布を眼の等色関数と掛け合わせて三刺激値XYZを得るCIE XYZ表色法は、CIE (ICI、国際照明委員会) が今から82年も昔の1931年に制定したもつとも厳密な表色法である。実はこの<RW CMY-CIE Calc>の基本となる色計算法も40年前から当時のままの計算法にしたがっている。今回あらためてモニタ発色、JIS標準色票、実物フィルター色、その測色値等を比較検証してみても驚くのは、82年前、電卓もない時代につくられたこの計算法*



において、ほとんどの色が文句なしに合致するという驚嘆すべき事実である。その絶妙の技がこのアプリではじめて万人に証明され実証されるのである。それはまさに千に一の感動をもたらし、そのCIE表色法のとてつもない発想と整合性の凄さに驚かされないものはないであろう。（*必要になれば修正するが、現状ではまだその必要性を感じてはいない。3光源によるフィルター計算値比較 (P.20) ほか多くの検証例を参照されればなるほどと納得されるであろう。）

ならば、CIE表色法ですべてが解決するかというと、そうではない。測色には分光式ほか高価な光電測色計が必要というだけでなく、数値だけでは肝心の色がわからない。数値は一般人には暗号、JIS標準色票と参照してもぴったりの色は稀で数値と色の検証がほとんどできない。光色、透過色判定も同様であるが、マンセル、CIE法いずれにしても、色材混色つまり減法混色法が皆目判らないという、色体系としての根本的な不備が指摘できる。

そこにこそ、決定的な問題点があったといつてよい。それは筆者が40年前から何度も指摘してきたことであるが、専門家のほとんどが聞く耳をもたなかった。というより、拒絶体質があるようで、近年のその提案*に「減法混色用語無用論」を学会誌に堂々とぶつけてくる色権威がござるほどである。（*日本色彩学会第5回色彩教材研究会 関連資料3）

だから、70年代から急激に普及を見せたサービスカラープリントの悪しき色は国民の色オンチをいいことに放置され国民に大きな損失をもたらすことになったその背景に、これで科学立国ができるのかと危惧される、科学力、知力の底の浅さと改革を拒み続け現状でよしとする学会、学界の姿が露呈されている。

色彩学の立ち遅れの範囲で結論を言えば、CMY減法三原色と濃度（Density、透過率、反射率の逆数の常用対数値）という尺度の色彩学への導入の立ち遅れであった。それなしに、色に大きさの概念をもたらす、RGB三原色とCMY三原色、光と色を一体化し、光という光、色という色すべて、色覚までを包括できる<数理・実証色彩学>への進化、いつてみれば色彩学の近代化はあり得なかったことは歴史が示すところである。

●CMY減法三原色法、<数理・実証色彩学>原案の誕生！40年前に試算。

この<デジタル色標準>は、iPhone5、iPadの出現によって突然生まれたということもできる。しかしそれ以前には<CMY法の構築>があった。それなしにはこの色彩情報革命はなかったであろう。

筆者はちょうど40年前、初版「写真技術ハンドブック」（ダヴィッド社/1962）執筆時に痛感した混色問題の立ち遅れの解決をEK社のCC（色補正）フィルターをCMY原器として求めそれを応用すれば、色の加減算を可能にする色システムができると直感した。40年後、その直感はこのApple APPではじめて正しかったことが実証可能となる。

RGB光を選択吸収するCMY三原色フィルターと<濃度>という尺度を使用すれば、メートル法同様に三原色で定量的に希望の色にするための色の足し算、引き算が自由に可能になる。

フィルターはそのまま透過色であり、できなかった透過色の計測も可能となる。そしてホワイトベース上に載せればカラープリント同様の反射色ができ、その場合、光はフィルターを二回通過するから、反射濃度は透過の二倍値をとればよい。何よりもフィルターの重合法では025単位で何万という無数の色をつくりはかることができる。CIE XYZ法による色計算が可能となるので、視感測色で従来できなかったXYZ、xyほか、主波長λ、刺戟純度p、Labも判定可能になる。フィルター重合法では多重反射ほか問題点はあるが、メリットの方がはるかに大きい。

CIEのXYZ色計算表に各種のCCフィルターの透過率をあてはめて試算してみると透過色はもとより反射色の場合もかなりの近似値が得られることを突き止めることができた。解決法の一大発見である。直感は当たっていたとはいえ、当初のXYZ、xy値の色計算すべては筆算するしかなかった。一晩にせいぜい1~2色。そこに救いの神として登場したのが電卓カシオミニ（1972年8月）は13、800円だったように思うが、まことに有り難かった。そこで理論の構築と無数の試算と現物スケールの設計、フィルターの数値、JIS標準色票との照合という、ある種、徒労にも思える試行錯誤を強いられていたが、こうして<RW減法CMY法>の理論と<RW CMYカラースケール>*の原型が完成したのは1973であった。（*当初はカラーペーパーの乳剤順序に準じてYMCとした。）減法混色を解決するそのキーワードは<CMY三原色>と<濃度>である。<CMY三原色>と<濃度>を導入すれば色の加減算、色の計量法が可能になり問題解決が可能になる。その問題解決なしには色彩学の新たな展開は永久になかったが、今回の理想形に進化するまでには、いいかえれば時代が追いついてくれるのに40年もかかってしまった。

つまり、やっかいなフィルター等色の面倒な出し入れは、CMYボタンでモニタに発色という、コンピューターカラーシステム（特許第3225297号）として進化するのは20年後のマックの登場が待たれていたが、CMYフィルターシステムがCMYモニタ色システムとなっても、当初のWindows版も長らくモニタ発色の調整が大きなネックとなっていた。つまり<デジタル色標準>とするにはモニタの発色性と安定性が不可欠であった。

しかし、モニタ調整問題は依然として残っていたところへ、遂に本年、CIEに忠実でモニタ色調整なしに安定した色再現を可能にしたスマホ・タブレット<iPhone5・iPod・iPad>の登場により、まったく想定外の急転直下の解決となった。

これまで不可欠であった顕色系の宿命、色票、フィルターという<色材>に代わるまったく新しい<デジタル色標

準>時代がまさに衝撃的に実現し、RW色彩学と色彩工学は時代を超えて一気に進化し、もうすでに次の時代の未来色彩学に到達したといえる。つまり、優に10年を超える長期戦で試行錯誤し苦戦を強いられていた色覚判定問題も、気がついたときは実にあっけなく解決していた。こうして、まったくといってデメリットの無い、空前絶後、これ以上ない<究極の色システム>の誕生となった。

●新しい<デジタル色標準>の秘訣はグレイバランス法

しかし、以上の説明、以上のノウハウだけではモニタにつくった<デジタル色標準>で<光という光、色という色>が計測可能になるわけではない。<デジタル色標準>が発色できるというだけである。

実はその秘訣は、カラーフィルム、カラープリントの色再現問題、そして色覚問題を解決したグレイバランス法である。カラープリントの色再現では、撮影画面で色調整すると画面の色に支配され必ずしも正常な色再現にはならないが、撮影時に撮影光源(照明光)を記録しておき、その照明光画面が無彩色になる条件で撮影画面をプリントすれば正しい色再現が可能(特許第1247025号)になる。色覚でも無色のGスケールと混色グレイを等色させたとき、今回同様に結果がカメラ判定と同じならその眼はCIE標準観測者と等しく、そのズレ方でずれる色の方向と程度が判定可能になる、そのRW独自のグレイバランス法によってはじめて<光という光、色という色>の計測も可能になる。

まず、①モニタ発色とGカードで受けた入射光の色を等色するようボタン調整すると、その計算値は入射光の色と合致し、その数値から<光色、xy、色温度>が判明する。次に②<反射色>は、更にGカードの反射率と合致させた条件で任意色と等色させると、その任意色と等しく見えるモニタ色からそのデジタルRGB値とともに反射率Yを含むXYZ値ほかxy、λ、p、Lab、HV/C数値等が標準光源ごとに検出可能になる。③<透過色>は、ホワイトスペースに任意色をセットして等色させればダイレクトに透過色データが得られ、④色覚は、その視感判定とカメラ判定結果の相違からCIE標準色感との相違を数値的に検出可能になる、という明快さである。したがって、標準カラープリント製作法同様、RW色彩学の根幹をなすグレイバランス法なしにこの色彩計測改革はできていない。

■色体系の特長

世界初、世界先端、とことん、数理と実証、数値と色の整合性に迫る、おそらく究極の
スマホ・タブレットによる 視感 総合色体系<RW CMY-CIE SYSTEM DIGITAL >の概略

1) CMY混色系：従来の、HV/Cマンセル色票系、CIE XYZ (RGB) 混色系に欠けていたCMY混色系による減法混色を可能にし原器としてCMYそれぞれについて0.25から50(濃度0.025~0.50)までのEK社製CCフィルターの分光透過率をもとにCIE XYZ法によって得る減法混色計算結果を<デジタル色標準>としてモニタに発色させ、各種光源別、また反射色R、透過色T別に変換しモニタに発色可能とする。

したがって、ここではこれまで必要とした現物CMYフィルタースケールの必要なく、専用アプリ<RW CIE Color Calc >をスマホ・タブレット (iPhone5, iPad, iPod) にApple Storeからダウンロードするだけでそのスマホ・タブレットが混色計算装置、デジタル標準発色装置、そして視感色彩計測装置として、現実色材に対応する「EK-CC」法以外に、仮想ブロック分布による「Block」法によって高彩度色の厳密計測が可能になる。

2) 混色、測色、表色、伝達可能な色と色数

モニタ発色によってほとんど無限の色をつくりあらわすその機能は史上初にして唯一。混色、測色、表色/色情報伝達の量と質、それはまさに革命的である。これまで確実に色表示/色伝達できる色数はJIS色票で2~3000色、しかも任意色が合致する例は滅多にない。そこへ新登場の<デジタル色標準>は厳密データとともに<スクリーンショット>で記録保存しそのままメール送信できるその色数はほぼ無限。ちなみにマンセル色票の明度Vは10段階、彩度Cも10数段階だが、ここではVは100段階、明るさY%はコンマ以下二桁、HV/Cの彩度Cも刺激純度pもコンマ以下の厳密精度であらゆる<光という光、色という色>が数値化され情報化される。これがIT色彩情報革命である。

3) 判定可能な光と色：・ローソクの光から自然光、人工光、ミックスライトほか無数の光色の色度xyを得て、表変換により色温度K、 Δuv 値の判定ができ、・物体色は透過色Tと反射色R、つまり物体色すべてを網羅し、しかも各色についてA、B、C、D50、D65、F8の標準光源別に測色、表示可能にする。測色数値は・CMY表色系のCMY量、フィルター濃度値、純色量、無彩色量。・CIE XYZ表色系の三刺激値XYZ、明るさY%、色度xy、主波長λ、刺激純度p、・マンセル色相、明度、彩度 (HV/C) 値がRGBレベル値とともに、通常必要とされるほとんどの測色値が検出可能。・デジタル対応万全：CIE LAB表色系で得られる明るさL、色度ab値、またRGBレベル値はそのままMac、Windows、Photoshopほかに連携し、混色値、測色値をそのままデジタルデータとして使用可能になる。

4) 従来、視感測色は個人差が大きなデメリットとされたが、ここでは欠点どころか大きな利点となる。何故なら、カメラ判定が客観検証の役割を果たす。つまり視感判定とカメラ判定結果が一致するその眼はCIE標準観測者同



等であり、相違する場合はその偏差がCIE標準観測者との偏差（色覚差、感性性）となる。しかも観測者自身が自己判定しPhotoshopで数値化も可能という画期的イノベーションを達成している。（筆者の例：fig 31-1に紹介。）

5) 独自の色彩理論、色解析、置換、データ保存

色に大きさの概念を与え、三原色は縦割りでCMY量とRGB量を包括しながら、横割りで純色量と無彩色量、純色光量と白色光量の構成要素に分析し色の置換を可能として、光と色をCMY別、RGB別に総合的に把握できる独自の色彩理論*と機能*は、色彩の理解とあらゆる色調節、色補正の実務に役立て可能となる。また、iPhoneによるカメラ撮影とともにスクリーンショットにより容易なデータ保存が可能になる。

(*従来法では、ドイツのノーベル化学賞受賞者オストワルトが1920年頃にすべての反射色= $\text{白色量}\% + \text{黒色量}\% + \text{純色量}\% = 100\%$ とした色システムを考案している。回転円盤の加法混色であるカラーフィルム誕生(1935年コダクローム)以後であればオストワルトもCMYによる減法混色を考えたのではないかと思う。)

<RW デジタル色標準システム>は、その背景に視感マンセルHV/C法をはじめCIE XYZ法、LAB法があつてはじめて成り立つ色システムである。その機能その精度の厳密さもマンセル法とCIE XYZ法によって実証可能となったそれらを実現させた人々、とりわけ、<色票色標準>からモニタ発色による<デジタル色標準>という色彩学の歴史的転換を可能にした背景に欠かせないIT改革主スティーブ・ジョブズはじめ、CIE標準値発色に日夜闘ってこられたあらゆる先人の偉業に対し、あらためて深い敬意と感謝の念を表明するとともに、この新色彩学がさらなる色彩学と色彩文化、社会の進歩発展、真の科学立国のための科学力養成法としてもお役に立て得ることを切に願うものである。

改訂版ごとに内容を充実させたい。また世界に広く普及させたいと思うと同時に、子供達の色情報にもXYZ、xy、Labが登場する日も間もないであろうことを思うと楽しみである。

■製品アプリケーション名： Professional <RW CIE Color Calc>ip-1.2

●機種：ja<iPad>用、io<iPhone、iPod>用 ●価格：各 2,400円(税込) ●ご購入先：Apple Store

(・厳密測色値を得るには無彩色6カード(p.9)が必要。)

●キーワード：デジタル色標準、色彩計測、色混合、RGB値、測光、測色、色管理、CIE表色法、HV/C、減法混色、濃度、等色、補色、三原色、CMY値、マンセル、グレイバランス、色度、色度図、分光分布、色温度、透過色、反射色、ブロック法、無彩色、無彩色量、純色量、白色量、純色光量、等色関数、標準色票、標準光源、C光源、D65光源、色覚判定ほか。

■関連資料、文献

1) 初出文献(1974~1975)

- 1-1 RWカラーシステムによる「色のつくり方とはかり方」(使用解説書/B5版)。
- 1-2 「その提案」(パンフ/A4版) / 脇色彩写真研究所 / 1974年1月
- 1-3 「CCフィルターを使用した新しいカラーシステム」(写真工業/昭和50年7月号)

2) コンピューター化後のRW CMY法の詳細文献

2-1 「RWトータルカラーマネジメントシステム RW-CMSの完成」そのあらましと検証 / 2000年当時におけるまとめ。 / 多摩美術大学研究紀要 第15号 / 2000年。初出文献1-1、1-2を再録。(注：全体のデジタル文書化を予定。)

3) 学会提案：日本色彩学会第5回色彩教材研究会 / (第III部- 11 座長 内田滋子) / 演題：<RW 減法CMYカラーシステム>・・・CMY三原色フィルター使用の色計算可能な減法色体系と色モノサシの提案・・・ / 2009年3月8日 東京家政学院短期大学 / 色彩教材研究 N0.5 2009.3 p.49-50。

4) 解説されている著書

- 4-1 脇リギオ著「新版 写真技術ハンドブック」(ダヴィッド社 / 初版1962年 / 新版1984年 / 最近刊2008年)
 - ・色の表示 CIE表色法 (p.18~)、
 - ・三原色と色の混合 (p.22~)、
 - ・光源の色質、色温度 (p.28~35)、
 - ・CCフィルターによる色の取り扱い法 (p.41~49)。書店にて購入可能。
- 4-2 脇リギオ著「カラー写真全科 基礎編」(P.105~/朝日ソノラマ/1977年) 絶版。

5) 特許関係

- 5-1 コンピューターカラーシステム (特許第3225297号)
- 5-2 CMYデジタル色標準システム (特願2013-86935ほか)

2013年 12月 14日

Rigio Waki / RW Institute of Color and Photography

脇色彩写真研究所 主宰 脇 リギオ / 多摩美術大学名誉教授

185-0013 東京都 国分寺市 西恋ヶ窪1-12-2

TEL/FAX 042-323-5710 Eメール: th5r-wk@asahi-net.or.jp

脇色彩写真研究所ホームページ: <http://www.mmjp.or.jp/rwicp/>

© Rigio Waki 2013





色彩情報量 百万倍、しかも色を数的に実証！ 俄然 色彩学が面白くなる！

CMYボタンの組み合わせによって得られる混色総数750万色超すべての国際色標準 CIE XYZ、xy値、主波長λ、刺戟純度p、L*a*b*値、マンセルHV/C値とRGB値を表示。色票に代わる膨大な新くデジタル色標準>によって<光という光、色という色>すべてを視感等色で測色！色覚までをはじめて実証、検証・分析を可能にする、デジタル時代に即対応、世界初の視感 総合 色彩計測システム誕生！

(特許出願中)

Professional **<RW CIE Color Calc> iP-1.2(ia, io)**

・ ia : iPad用 ・ io : iPhone/iPod用

iPad・iPhoneアプリ iP-1.2 ia/io 共通カタログ

■内容 色彩学の歴史を根底から書き換える<デジタル色標準>

タブレット、スマホによって、世界色標準CIE XYZ法で計算される膨大な混色結果をモニタに発色させ、その新くデジタル色標準>をもって光色から透過色/反射色/さらに色覚にいたる「光と色」のすべてを包括して実証的検証と分析を可能にするITタブレット時代の究極の視感カラーシステムを創出！

<用途>・混色、光色判定、物体色判定、色分析、表測色、色覚検証まで、色彩管理、色彩研究、立ち遅れている色彩教育、とりわけ、CIE表色法理解のための色彩教育教材、色彩検定、学習。あらゆるプロの色彩実務に必携！

これまでの色システムでは解析できない色難題を、CIE XYZ法、マンセル法とRGBに連繋しながらCMY法の確かな色計算と確かなタブレット発色によって明快に解決！光色をはじめ測色全般、色分析、色調整、測色値検証、色覚判定まで、あらゆる色分野で威力を発揮、色彩科学と色彩知識、色彩文化の飛躍的向上と進歩発展に貢献！

こんなことができる色システムは世界初！

■<特長> <デジタル色標準>が従来色彩学の問題点を明快に解決！

●混色：CMY減法三原色により無数の色を透明メガネに近い0.025（濃度0.025）段階差で、透過色Tと反射色R（表面色）別、A,B,C,D50,65,F8の6種標準光源別に色計算して発色させ、そこで得られるCIE色計算総数750万色に迫るその全色について、CIE XYZ、xy、主波長λ、刺戟純度p、L*a*b*（以下*を省略）、マンセルHV/C（C光源およびD65光源）値と同時にリアルタイムで色計算相当色をモニタに表示可能とする。Ver 1.2より発色部にRGB値を表示。

●測色：これら膨大なモニタ色はすべて計算値と等しい発色関係にあるのでそれらはこれまでの色材色票に代わる新くデジタル色標準>となる。したがって、モニタ色を照明光と一致させた条件（グレイバランス、G-Calibration*）において任意色と視感等色することによって上記全色の測色値を求めることが可能になる。（*そのため、測光、測色にはGカードが必要（p.9）。しかし混色操作には不要。

・現実的「EK-CC」モード以外に仮想の「Block」法モードにより高彩度色の混色/測色が可能。・各色についての分光分布、色度図、色温度判定図も（io機種はopボタン操作で）表示。・op機能の●標準照明（Light）では、C光源またはD65光源による理想的な照明による正しい色判定**と測色が可能になる。

●<RW CIE Calc>で得られるすべての計算値と発色精度はEK社製フィルター、JIS標準色票により、またL*a*b*値は、画像ソフトPhotoshop（カラーピッカー）に連繋しその整合性が立証可能である。ここで紹介されるその驚くべき検証結果は反論を許さない客観的証拠物件として納得できるだけなおさら衝撃的であろう。⇒ fig 8-2 ほか。

●<RW色彩学>その色概念：物体色の構成要素は縦割りでCMY量（吸収量）とRGB量（透過/反射量）、横割りでCMY量は純色量と無彩色量、そしてRGB量は純色光量と無彩色光量、CMY量は濃度、RGB量は透過/反射率として、光（RGB）と色材（CMY）の要素を一体として<光と色>を把握し理解可能になる。

■ Professional <RW CIE Calc> iP-1.2 (ia, io)
 ia<iPad>用、io<iPhone5, iPod>用 価格 各2,400円（税込）

●機能は同一。●お断り：光色、物体色の厳密測色は反射率の明確な無彩色Gカード（p.9）が必要。・機種差、個体差等、また予測外の問題が生じる場合があるかもしれないことをお断りし、あらゆる場合において返品、補償等はできないことをご了承下さい。

ワインの色も測れる！
 AMARONE の測色値

透過色！
 色度点！
 透過率！

RGBデータ！

CMY色濃度は15C 120M 120Y 30ND /T /光源C

これぞ測色値！

Labの検証値！
 何という近似色！
 Photoshopがびっくり！

Photoshopのカラーピッカー





<序文>

<1b>

数値がない色もなければ、色がない数値もない！
 すべての色を混色してつくり、その色にしかない数値を見出す！
 史上初！
 色彩学の歴史を書き換えるデジタル時代の <デジタル色標準> 革命！
750万色超の論理

未来はこう変わる！

■実際に確認できる色の数、

それは<これまでの色票時代、3000以下>、<これからは750万超>

●<これまで3000以下>は、測色値を検証できるJIS標準色票数は3000もない。しかも、やってみればわかるようにぴったりと合う色などは、10に一つ、いや100に一つあるかないかかもしれない。だから色票の数だけわかるのではなく、十中八九は推測値であり、現状は厳密検証がほとんど不能状態にある、といてよい。

●<これからは750万超>の論理

モニタの色計算総数は、重複を含め、2億、3億*となる。（*計算色総数：フィルター24枚の組み合わせ=2の24乗=1670万色。1670万色×12((6(光源)×2(透過/反射))=201,326,592=2億！さらに「Block」モードで倍増はあまり意味がない。モニタ発色1670万の範囲内で視感可能750万色すべてが数値化され、同数の計測化が可能か。）

●眼の弁別可能な色総数

マンセルの各HV/Cを分割計算すると色の総数は750万（星野昌一／色彩と生活／毎日新聞社／1958）。当時の東京の人口に等しい、とあった。高彩度色が多くなり、光色、透過色を含めて史上はじめて視感計測が可能になると、眼で弁別可能になる色総数はそれをはるかに超え、現在の東京都の総人口130万（13,282,271人／平成25年8月1日現在）、モニタ発色1670万に迫る数だが、ここでは控えめに750万とした。

■もはや、ここでは<数値のない色>、<色のない数値>はないという論理

雑草という名の植物は一つもない。すべてに名があるのと同様、色という色にはすべて色名があり、数値がある。この<RW CIE Color Calc>では混色される750万色すべての数値が判明し、その色名も判明する。

そこでは、数値がつかない色はない。750万の色は微妙に違う、025という単位で違うその数値がわかる。だからここでは推測値も推測色はない。すべての色にその色にしかない数値が示され、すべての数値にその値にしかない色が表示される。

そこには昨日までであった、あいまいな色、あいまいな数値はない。まさに、色彩をすっきりはつきり把握させる、これまでは夢であった数値色彩学への、実証色彩学への、一大イノベーション達成である。だから、色彩学の面白さも百万倍となる。

「写真技術ハンドブック」ダヴィッド社(初版/1962)執筆当時、私のカラー写真研究のターゲットは巨人イーストマン・コダックであった。そのEK社CCフィルターによる「色ものさし/1973」研究が原型となり、その40年目にこの<RW CIE Color Calc> iPadが誕生。標準カラープリント研究は<RW カラーバランスシステムα/1980年代>を生み、プリントするたびにおかしな色になるカラーフェリアを追放した。そこに共通する基本ノウハウは<グレイバランス>であった。フィルム発明の結果として生じる平面保持性不良問題も、唯一、スキャナ取り込みまでを<RW V Scan System>が解決した。追いつけ追い越せで頑張っているうちに、いつしかコダックを超えていた。それらRWの三大発明*は、相手がジョージ・イーストマンであったなら、よろこんで握手をしてきていたであろう。（*1989年の海外研修時、その三大発明を9月6日、NY ロチェスターにあるコダック社本社を訪問し提案。ストラテジーが違ふと断られたが、男のロマン達成に満足。ウイークポイントに関する提案を正式書類をつくり受け入れるその度量の深さはさすがであった。詳細は大学に提出した報告書に記載。）研究者冥利につける大テーマを得、期待をはるかに超える成果を得ることができたことに大きな感謝の意を表明したい。それにしてもよくぞパニックに陥らなかったものであった。

2020年に東京オリンピックが開催されることになった。色彩学五輪で色彩情報百万倍となれば確実に金メダルであろうとはいえず、スマホ・タブレット色彩学ははじまったばかり。余力あるかぎり、2020年完成を目標にその充実に精一杯頑張りたい。

夢と希望の未来を拓くには、あらゆる分野にある旧態依然の閉塞状況をうちやぶるために、あらゆる分野での爆発的イノベーションが必要である。それには大きな困難を伴う。しかしそれは可能である。その一端を示す証拠物件ができたとすれば喜びに堪えない。

2013年 12月14日

脇 リギオ 脇色彩写真研究所 主宰/多摩美術大学名誉教授





<RW CIE Calc> iP-1.2

<目次>

- システム内容、色彩学の歴史を書き換える<デジタル色標準> . . . 1ページ
 - ・ 特長、・ お断り、・ 価格
- 序文 . . . 1bページ

1.<機能説明>

- 1-1. <RW CIE Calc> 各部の構成 . . . 2ページ
 - ・ ワインも測れる
 - ・ photoshopのカラーピッカー
- 1-2. 各部の機能 . . . 3ページ
 - ・ iPad :
 - ①モニター発色部、②ホワイトスペース、③CMYボタン、④NDボタン、⑤分光分布、⑥数値表示部、⑦光源切換え部、⑧T色/R色切り換え部、⑨クリア、⑩EK-CC⇔Block切り換え部、⑪opボタン、⑫Light Sourceボタン。
 - ・ iPhone、ipod :
 - ⑬opボタン、⑭クリアC、⑮T色/R色切り換え部、⑯EK-CC⇔Block切り換え部、⑰Light Sourceボタン、⑱色温度図表呼び出し、⑲照明光呼び出し。
 - ・ グレイスケール濃度・反射率・L値・RGBレベル値の換算表 (fig-4-1)
 - ・ 標準の光とHV/C検出について
- 1-3. op機能 1-3b 正しい色を見る そして撮影 . . . 4ページ
- 1-4. NDボタン . . . 4ページ
 - ・ 「EK-CC」の場合の無彩色の明るさと色の変化
 - ・ 光源（この場合はC光源）を掛け合わせたときの値
- 1-5. 標準光源とその分光特性 . . . 5ページ
- 1-6. モニタ本体の明るさ調整
- 1-7. Photoshpへの入力検証 . . . 6ページ
- 1-8. 色彩計測原理とその検証 ・ 等色判定可能な範囲 . . . 7ページ
- 1-9. 反射色測定の場合 Gray Calibration . . . 8ページ
- 1-10. iPadが照明光源 C光源&D65 ・カメラとスクリーンショット
- 1-11. (補充機能説明) ・発色部の厳密な明度調整法
- 1-12. 測色に必要な<G-カード> ・<RW GRAYSCALE-2セット>
 - ・ Gカードがない場合の簡易測定法 ・ JIS標準色票の場合のG-Calibration . . . 9ページ
- 1-13. <RW GRAYSCALE >使用の場合 . . . 10ページ
- 1-13. JIS標準色票の場合 . . . 10bページ
- 1-15. RGB値 . . . 10bページ

2.<混色>

- グレイ × 光源カーブ(N) ・ 有彩色 × 光源カーブ (R) . . . 11ページ
- 有彩色 × 光源カーブ (G) ・ 有彩色 × 光源カーブ (B) ・ +ND . . . 12ページ
- 色環をつくる . . . 13ページ
- 混色の法則性 ・ 色の足し算と引き算 ・ MIRO4原色の混合 . . . 13bページ
- 混色の法則性 . . . 色彩学の画期的展開 「完全補色」の発見 . . . 13cページ

3.<光色判定>

- 光色判定の方法、原理 . . . 14ページ
- タブレット、パソコンモニタ、ディスプレイ色の厳密判定 . . . 14ページ
- 室内自然光 ・ 東窓からさし込む太陽直射光を測る ・ 南窓から入る天空光を測る . . . 15ページ
- ローソク、ナトリウムランプの光を測る ・ RW視感カラーメータ (1969) 試作 . . . 16ページ



- 青空光を測る ・カフェにて . . . 17ページ
fig 17-4 JIS Z9112の付図による色温度検出

4.<透過色判定>

- 本体の明度調整 . . . 18ページ
- 80Aフィルターの徹底検証 . . . 19ページ
- <原器CCフィルター色とモニタ発色>、<計算数値とカタログ表示値>の徹底検証。 . . . 20ページ
 - ・だから色が合う！ 数値と色、その整合性の証明 1
 - ・<原器CCフィルターとモニタ発色>、<計算数値とカタログ表示値>の徹底検証。 . . . 20ページ
 - ・だから色が合う！ 数値と色、その整合性の証明 2 . . . 20b ページ
 - ・<原器CCフィルターとモニタ発色>、<計算数値とカタログ表示値>の徹底検証。

5.<反射色判定>

- その実際 1 iPad光源で<SUICA>測色！ . . . 21ページ
- 測色値とJIS標準色票との比較、その整合性を検証！
 - ・奇跡と呼びたい、JIS標準色票の色とxy数値の整合性！ . . . 22ページ
- C光源測定とD65光源測定と比較 . . . 23ページ
- 「Block」モード測定 . . . 24ページ
- <反射測定の実際 2>
 - ・ミロ（ジュアン・ミロ・イ・ファラー） . . . 25ページ
- 色相名の見出し方
 - ・主波長及びその色相名 . . . 26ページ
- CMY量、RGB量判定と展開！

RW<Gallery>1、2、3 . . . 28~30 ページ

6.<色覚判定>

- もう一つの色覚 赤外色覚の秘密
- Lab値を使えばこんなこともできる！（2） . . . 32ページ

7.<RW CMY法の予備知識>

- 三原色の色概念と色の大きさ . . . 33ページ
- CMY量とRGB量、物体色をブロック法で捉える . . . 33ページ
- CIE色計算法 . . . 34ページ
- 現実色材の説明 . . . 35ページ
- 混色
- モニタ測色を可能にした秘訣<グレイバランス> . . . 36ページ

- <索引> . . . 37ページ

● <発売後の追加説明欄> . . . Ver 1.2以降、カタログの訂正、補充等があれば、こ欄で追加説明をおこないます。常に、最新のRW HPでこのページをご確認下さい。 . . . 38ページ

・<RW>CIE Color Calc> ip-1 Appleアプリプログラム制作 脇 健一郎
(元(株)キャノン 主任研究員 / 東京理科大学大学院(物理)卒)

<RW CIE Calc> iP-1.2 初版 発行予定 2013年 12月15日

脇色彩写真研究所

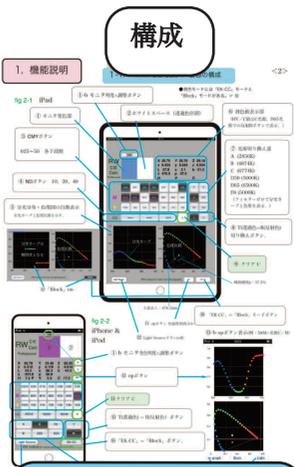
主宰 脇 リギオ / 多摩美術大学名誉教授

RW INSTITUTE OF COLOR AND PHOTOGRAPHY



<RW CIE Calc> ia/io あらまし

<1e>



① iPad は<ia>、iPhone は<io> をご購入下さい。内容も価格も同じ！ 衝撃の機能



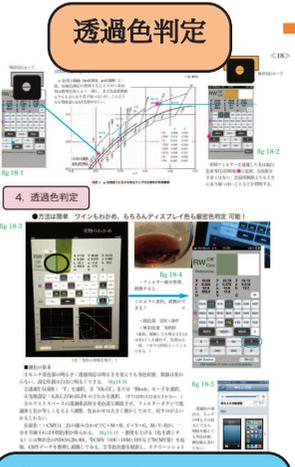
② 混色数は CMY、ND、光源ボタン操作で 750 万色超。すべてに CIE XYZ、xy、Lab、HV/C、RGB 値を表示。デジタル対



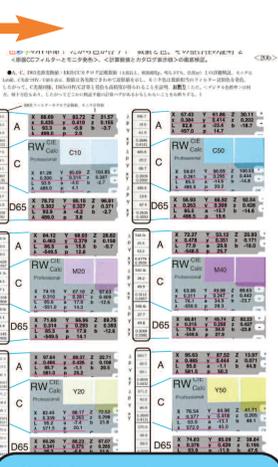
③ ND ボタン色が無色 G カードと同色に見える光源ボタンがその光源色！ xy 色度から op 換算表で色温度を抽出！



④ 青空光、室内自然光、店内カクテル光線、電球、蛍光灯ほか、ローソクにいたる全光源の色度 xy、色温度 k が判明！



⑤ ホワイト部分に載せて等色させれば、ワインカラー、ワカメの色すべての透過色データが一目瞭然！



⑥ 衝撃の一致！ 現物フィルター対モニター発色。その色と数値の一致が測色精度を証明！



⑦ 反射色（表面色）の測色精度は JIS 標準色票が証明！その数値、色、そのほとんどがぴたりと一致！



⑧ 色票にない中間色、はみ出す高彩度色の xy、HV/C 値もわかり、「Block」法では有害吸収のない理想の色計算ができ、また色覚相違も判明！

●機種選び方

iPad には ia、iPhone には io を選んで購入して下さい。できる内容も価格も同じ。

●説明

<RW CIE Calc> ia/io アプリは、色の三原色シアン（青緑）、マゼンタ M（赤紫）、イエロー Y（黄）と ND（無彩色）の各種濃度の 24 の数値ボタン、更に透過/反射、光源切換えボタンの自由な組み合わせによってほぼ無数、1670 万色超の CIE 色計算をおこない、その計算近似色を<デジタル色標準>としてモニターに発色させ、視感等色によってあらゆる物体色の CMY 濃度、CIE XYZ、xy、主波長 λ、刺激純度 p、L*a*b*、HV/C、デジタル RGB 値までを厳密に視感計測し表示する。

従来のマンセル系色システムではできなかった、減法混色による自由な色の足し算、引き算、反射色/透過色の変換、6 種の光源変換ボタン操作による光源色変化、さらにブロック計算で高彩度色にも対応でき、<光という光>、透過色を含む<色という色>、<色覚>までをはかることができる数々の新機能により従来システムの百万倍の数値化と計測化ができる、RGB デジタルにも対応万全の、まったく新しい視感総合色彩体系アプリ。

●使い方

厳密測定には、①C または D65 光源近似の室内自然光、色評価、検査用 D65AAA ランプ等、②反射率の明確な無彩色 G カードが必要。 fig 9-2,3,4

●お断り： 予告なく追加機能、カタログ解説の補充、訂正等をおこないます。常に RW HPP.38 をご参照下さい。

●企画制作：Rigio Waki/RW Institute of Color and Photography 企画制作：RIGIO WAKI カテゴリ：色彩システム





1. 機能説明

1-1. <RW CIE Calc > 各部の構成

<2>

fig 2-1 iPad

①-b モニタ明度±調整ボタン

●測色モードには「EK-CC」モードと「Block」モードがある。⑩

① モニタ発色部
下部にRGB値を表示

② ホワイトスペース (透過色位置)

③ CMYボタン
025~50 各7段階

④ NDボタン 10、20、40

⑤ 分光分布・色度図の自動表示
分光カーブと色度位置を示す。

⑥ 測色値表示部
(HV/C値はC光源、D65光源での反射Rボタンで表示。)

⑦ 光源切り換え部
A (2856K)
B (4874K)
C (6774K)
D50 (5000K)
D65 (6500K)
F8 (5000K)
(フィルターゼロで分光カーブと色度を表示。)

⑧ T(透過色⇔R(反射色)切り換えボタン。

⑨ クリアボタン

⑩ 「EK-CC」⇔「Block」モードボタン

刺戟純度p: 43.6%

主波長λ: 476.5nm

⑪ opボタン 色温度図表ほか

⑫ 「Block」 on

⑫ Light Sourceボタン (off)

⑫ ロックボタン

fig 2-2 iPhone & iPod

①-b モニタ発色明度±調整ボタン

③ opボタン

④ クリア C

⑤ T(透過色) ⇔ R(反射色) ボタン

⑥ 「EK-CC」⇔「Block」ボタン。

⑦ 光源切り換えボタン

⑧ Light Sourceボタン

⑧ ロックボタン

⑨ 色温度図表呼び出し

⑩ 照明光呼び出し

⑬-b opボタン表示(例: 50M×光源C/R)

⑫ xy graph

⑫ Back

⑫ Light



<RW CIE Calc>

1-2. 各部の機能

<3>

①モニター発色部：

EK社製CC、NDフィルターのCIE XYZ法による減法混色計算結果をモニターに発色し、それが<デジタル色標準>となる。計算値はEK社フィルターカタログ、発色はフィルター色、JIS標準色票にきわめて近似。・明度±ボタン (fig 9-1)にて厳密較正 (Calibration) にて調整可能。・下部にRGB値を添付。

②ホワイトスペース：透過色資料を位置させ、CMY、NDボタンで等色させる測色値を得る。⇒透過色判定

③CMYボタン：数値はフィルターのコンマ以下の透過濃度を示す。CMYにつき0.25～50までの無数の組み合わせで濃度2.0近くまでのT/R色を光源別に混色計算しその近似色を<デジタル色標準>としてモニター発色部①に発色させる。

④NDボタン：10、20、40の組み合わせで10～70までの無彩色を自由に加減算できる。「EK-CC」は分光分布が平坦（無色）ではないので加減算で微妙に色度xy、abが変わる。しかし「Block」は分布がフラットなので色度は変化しない。

⑤分光分布・色度図の表示：フィルターゼロで、Light Sourceボタンによりその光源の分布がわかる。CMY、NDボタンを押したときは、光源との掛け合わせカーブが示される。

⑥数値表示部：

・XYZ：CIE XYZ系の三刺激値（光源x物体xCIE等色関数の掛け合わせによる値。）いわば眼が感じるRGB量。計算法は「色の作り方はかり方」参照。

・XYZのYがそのままY%として明るさ（視感透過率または反射率）を示す。

・x、y：色度座標 各色の色度 (xy) を色度図上にプロット。xyの計算法 ⇒「色の作り方はかり方」参照。

・λ主波長：色相は光の波長nmであらわす。白色点と色度点を直線で結んだその延長線がスペクトル軌跡と交わるその波長(マゼンタ系はマイナス (-) または補色波長(c))であらわす。

・p：刺戟純度。色のあざやかさ。白色点から離れるほどあざやかさが増し、スペクトル軌跡までを100として白色点からの距離を%で示す。

・Lab (CIE L*a*b*系の*を省略)：Lは明るさ。L値とY%濃度 (D) とRGBレベル値との関係はfig 4-1参照。

・ab：ab=00を無色をとして±方向に色度をあらわす。⇒ fig 6-2参照。

・濃度 (D) は濃さ。透過率または反射率の逆数の常用対数

値。濃度 (D) によりはじめて加減算が可能になる。フィルターボタン濃度はコンマ以下を表示。(0.25=0.025、0.5=0.05、1.0=0.10～)

・HV/C値:マンセル色相Hue、明度Value/彩度Chroma。

Academic版はC光源とD65で表示。

⑦光源切り換え部：6種光源に切り換え。

A (2856K)

B (4874K)

C (6774K) HV/C値を表示。

D50 (5000K)

D65 (6500K) HV/C値を表示。

F8 (5000K) AAA 5000K 蛍光ランプ用

⑧ T (透過色) ⇔ R (反射色) 切り換えボタン：つくりたい色、測りたい色に応じて選択。

⑨ クリア：ゼロに戻す。

⑩ 「EK-CC」⇔「Block」モードボタン：「EK-CC」はEK社製CC(Color Compensating)Filterを原器としてその透過率をもとにCIE色計算される。現実的なCMY色混合に近似。「Block」は現実色にはない、仮想の理想的混色と測色を可能にする ⇒ fig 24～

⑪ opボタン：オプションボタン。色温度図表、照明光等を内蔵。

⑫ Light Sourceボタン: Light Sourceボタンだけで各光源の分光カーブと色度を表示。フィルターボタンでは各光源との掛け合わせカーブと色度を表示。

⑬ ロックボタン：全画面を固定するボタン。

以上 iPad用

以下 iPhone、iPod用

⑬ opボタン：分光分布図およびxy色度図、色温度図表、照明光等を内蔵。

⑬-b opボタン表示：(例：50M×光源C/R)

⑭ クリア C

⑮ T(透過色)⇔R(反射色) ボタン：⑧と同じ。

⑯ 「EK-CC」&「Block」 ボタン：⑩と同じ。

⑰ Light Sourceボタン：⑫と同じ。

⑱ ロックボタン：画面を固定。

⑲ 色温度図表呼び出し：

⑳ 照明光呼び出し：照明光源として使用可。CおよびD65。

fig 3-1 グレイスケール15段階濃度・反射 (透過) 率Y%・L値・RGBレベル換算表

表示	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
濃度	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
反射率	79.44	63.09	50.12	39.81	31.62	25.12	19.95	15.85	12.59	10	6.31	3.98	2.5	1.6	1
L値	91	83	76	69	63	57	52	47	42	38	30	24	18	13	9
Apple RGB	222	195	172	152	134	118	105	92	80	71	55	43	33	25	20
AdobeRGB	228	205	185	167	151	135	123	111	99	90	73	59	48	38	32
sRGB	229	206	186	169	152	137	125	112	99	89	71	57	44	33	26

・L値以下のデータは、Photoshopのバージョン、プロファイル、環境設定等で変わり、また<RW CIE Calc>Ver 1.2の発色部下に表示されるRGB値と必ずしも一致しないあくまで参考値である。

●標準の光とHV/C検出について

現在JISでは、AとD65を標準イルミナント（いわば標準の光）とし、C光源およびD50、D55、D75は補助標準イルミナントと呼ばれる。しかし、40年前からのRW同様、古くから色計算に用いられてきたC光源は自然光でのHV/C検出と検証には欠かせない光源であり、ここではCをメインにしたが、D65でも可能としている。

●注 *1 今回の「Block」法のブロック色素の平均波長範囲は、400～490、490～580、580～700nmとし、色の作り方(1973)記載（400～490、490～580、580～700nm）とは異なる。

(Clarkson & Vickerstaff/1948、色再現工学の基礎/大田 登/コロナ社/1997)





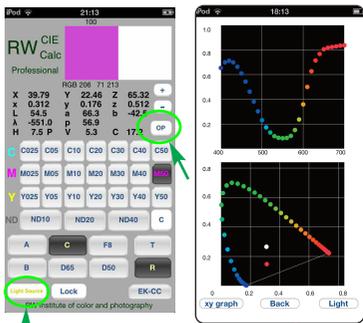
● 色を発色させ数値とグラフで厳密検証！
いかに究極の色システムであるかがわかる！

1-3b. 正しく色を観察！
そして撮影！

<4>

<RW CIE Calc>

1-3. op機能



⑳

Light Sourceボタンを押してopボタンを押すと、光源分布を掛けたカーブを表示。(この場合は50M×光源C/R)

fig 4-1

・xy graphボタンを押して表示される色度図からは、蛍光灯の種類、色温度数値、上下の色ずれ(±Δuv)がわかる。

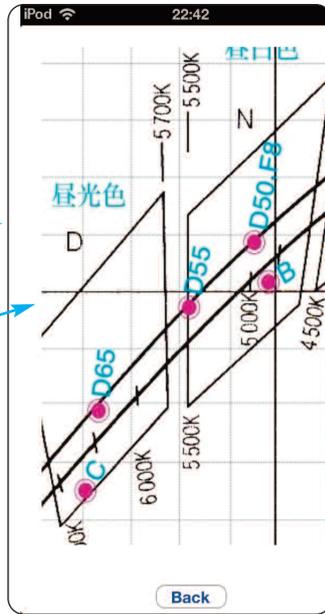
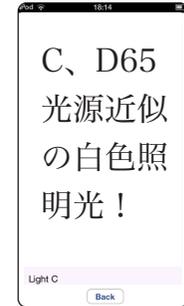


fig 4-1b



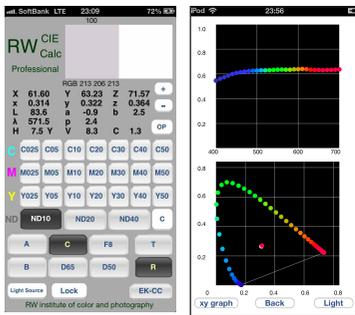
・LightボタンでC光源、D光源照明ができる光源付き色彩学。(たとえば、iPadで照明、iPodで等色、iPhoneで撮影。) fig 8-1、14-3.4

<RW CIE Calc>

1-4. NDボタン

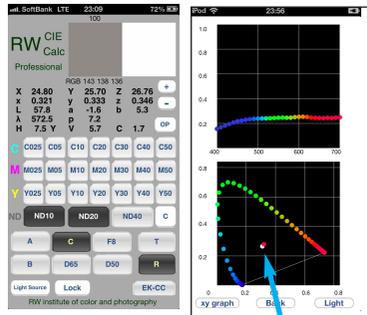
・色の変化が数値、カーブでわかる (ND/「EK-CC」の場合)

fig 4-2 10ND



・そのままopボタンを押す。

30ND



・ND量が増えると色度ずれが大きくなる。

70ND

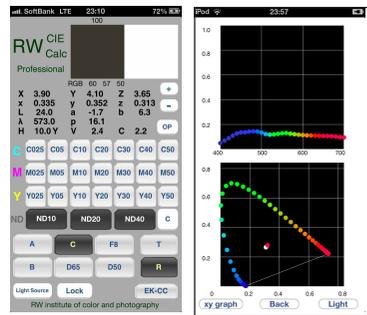
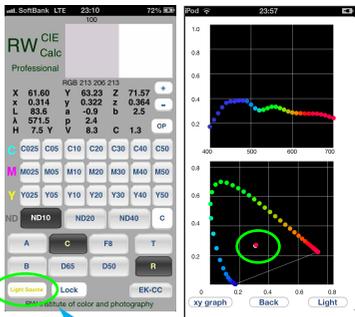
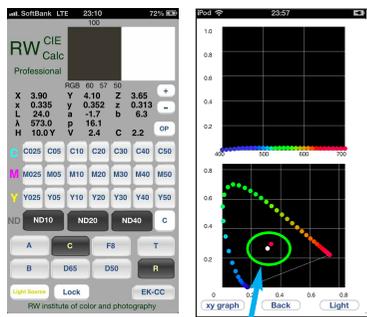
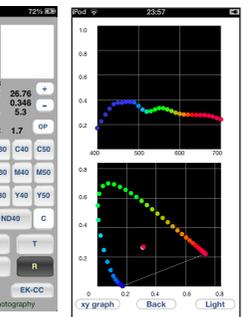


fig 4-3

NDも光源によって変わる！ (ND/「EK-CC」の場合)



・Light Sourceボタンを押してからopボタンを押す。
・カーブが歪み、色度ずれがおこる。



・色度ずれがもっとも大きい。



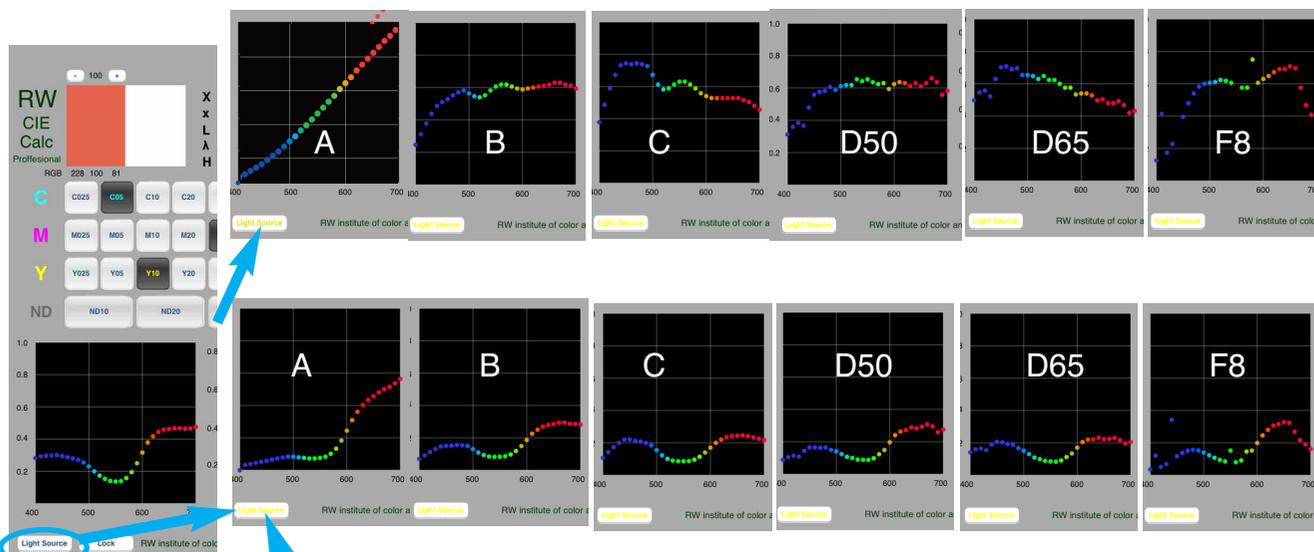


<RW CIE Calc>

1-5 標準光源と分光特性

fig 5-1

・<光源分布の表示>：・Light Sourceボタンを押し、次に光源ボタンを押すと表示される。



・通常画面ではカタログ記載のフィルター透過率 (T) または反射率 (R) カーブを表示。Light Sourceボタンを押すとそのフィルター分布 (この場合は05C/30M//10Y (EK-CC) /反射R) に光源分布を掛け合わせたカーブが表示される。そして、そのカーブに眼の感度分布といえわかりやすいであろう「CIE等色関数」(右) が掛け合わされて基本のCIE XYZ値が計算され、そこからxy、以下のLab等の測色データが計算されるという関係にある。

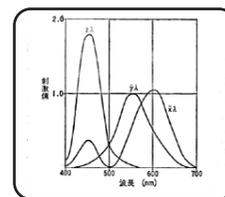
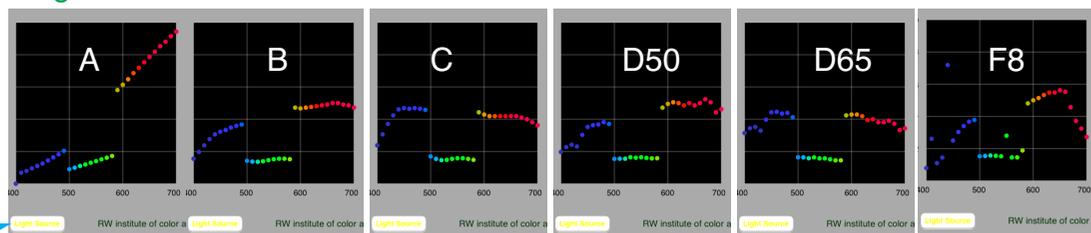
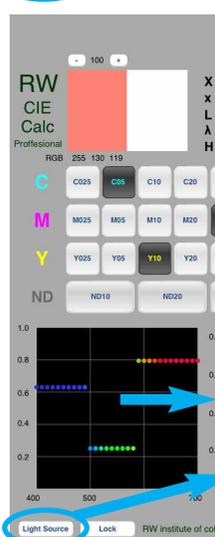


fig 5-2



・Light Source (光源分布) × 色 (この場合は05C/30M//10Y (Block) /反射の場合。

・注：ここでいう標準光源Cは、現在のJISでは<CIE測色用標準イルミナントC>と呼ばれ、昼光で照明される物体色を表示する場合に用いる補助光源とされ、標準光源としてはAとD65が指定されている。

fig 5-3 CIE等色関数

<RW CIE Calc>

1-6. モニタ本体の明るさ調整

基本調整：モニタ発色部の明るさはfig 5-4、およびモニタ画面にある±ボタン (fig 2-1 ①-b) により反射色/Rの場合のみ微調整が可能。☞ fig 9-1

- ① 光色判定：Gカードを発色部にあてがって光源ボタンを切り換えれば、等色するボタンの種類で光色がわかる。Aボタンで等色すればA光源 (2856K)、CボタンならC光源 (昼光6774K)近似である。透過/Tではモニタ画面にある±ボタンは使えない。
- ② 透過色測定：発色部とホワイトスペース部は比例して変化するので、本体設定 (fig5-4) を変えても測色値は変わらない。・透過/Tではモニタ画面にある±ボタンは使えない。
- ③ 反射色測定：発色部と無彩色Gカードの明るさを合致させた後に任意色を測る。発色部の明るさは本体設定 (fig5-4)、NDボタン、モニタ画面にある±ボタン (fig 2-1 ①-b) により微調整可能。☞ G-Calibration (fig8-1) (「EK-CC」の場合のNDは、無色ではないので色度xyが変化。明るさ調整が悪いとY%、V値が違ってくる。「Block」では等CMYでも色度は変化しない。

fig 5-4

モニタ本体の明るさ調整：
 ・「設定」の「明るさ/壁紙」で調整 (自動はオフ)。
 ・±微調整は ☞ fig 9-1参照





<RW CIE Calc>

1-7. Lab値がわかれば、こうもできる！ (1) Photoshopへの入力検証

<6>

Adobe Photoshopに連繋、
Lab値、その数値も発色も
ほとんどぴたり！

●画像編集ソフト<Photoshop>の環境設定
☞一般から<Adobe>を選びカラーピッカー
に、RW CIE CalcのLab(L*a*b*)計算値を入力し
てみる。どんな色があらわれるか、興味津々で
あろう。

そこで、①50M+50C=50R、②50C+
50Y=50G、③50C+50M=50B、④50C+25Mの
D50光源で計算した値を入力してみるとどうだ
ろう。左側Photoshopの方のL値（明度）が共通
していくらか暗いが色度はほとんどぴたりであ
らう。その色度の近似は恐ろしいほどである。

光源別ではC光源値より、D50光源値の方が
近い。Photoshop側の環境設定が（昔のよう
に）調整できればL値一致も可能になろう。

たとえば、画像調整、とくにグレイバランス
調整は、明るさはL、色度はab値をゼロにすれ
ばよいから、RGBモードより、Labモードを使
う方がはるかに使いやすい、といったこともわ
かってくる。（注）なお、Ver 1.2以降は発色部
下にRGB値が表示されるが、カラーピッカーの
RGB値とは必ずしも一致しない。

この色システムは、便利でありながらもう
一つ知られていないCIE Lab法の理解と普及、色
調整の実際にも大きく役立つ筈である。

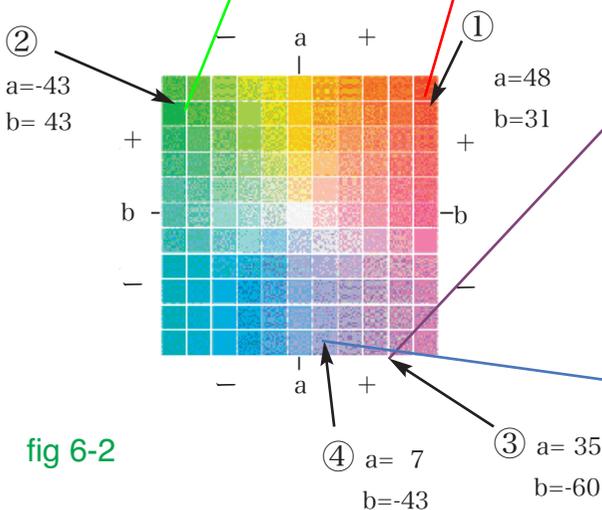
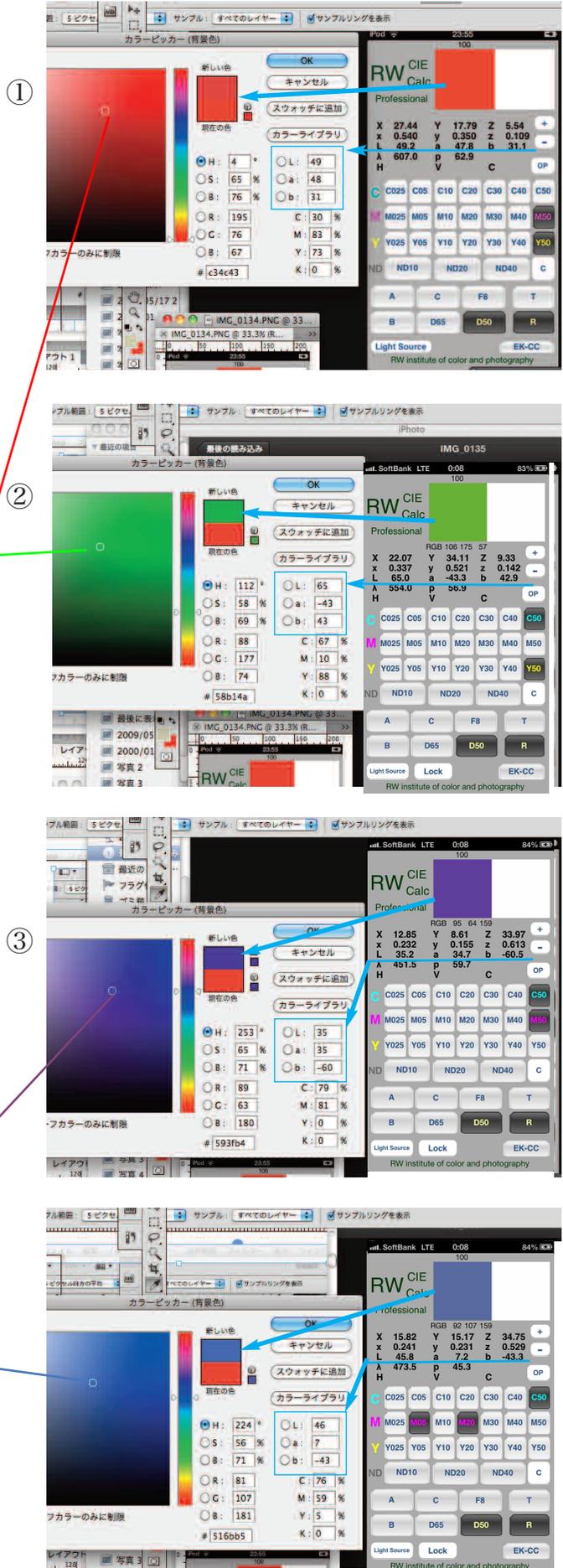


fig 6-2

●Labモザイクチャートと①~④の色度位置。

中央にab=00の無色がある。（PhotoshopのLabモードで製
作）「眼・光・デバイスの色感判定用色票集」表紙より。

fig 6-1





<RW CIE Calc>

1-8. 視感色彩計測の原理とその検証！

<7>

■等色の基本原理 カーブが違って同じ色！

＜あらゆる光、あらゆる色＞がモニタのRGB光と色が合わせられる筈はない、という迷信に支配されているかぎり、この色システム、というより＜色というもの＞が正しく理解されているとはいえない。結論から言うと、人間の眼はスペクトル分布が違ってCIE XYZ計算値が等しければ、CIE標準観測者の眼ではすべて「等しい色」となることが、ここではじめて実証される。

●NDとCMY無彩色の場合 (fig 7-1)

たとえばカーブが平坦な10+40二枚のND (Neutral Density) フィルター (上) と30CMY+10Cの組み合わせでできる灰色 (下) はカーブの形が違うが両方とも同様な無彩色に見える。それもその筈、<RW CIE Calc>で計算される測色データは、

上：X=9.68、Y=10.11、Z=9.72。Y=10%、L=38、a=-1.8、b=6.2、 $\lambda=572.5$ 、p=11.8、HV/C=10Y/3.7/1.0。

下：X=10.86、Y=11.21、Z=13.00。Y=11%、L40、a=-1.0、b=0.6、 $\lambda=542.5$ 、p=0.8、HV/C=10GY/3.9/1.2。

このように下(fig 7-2)は明るさがYで1%、Lで2ほど明るく、主波長は30nm短波長側にずれているが、刺激純度p値は1以下で色度図でもずれがほとんどない。肉眼で判別困難な類似無彩色である。

また、0.7のGカードと20CMY+05C/Rの組み合わせも同様に見える、というより眼にとっては「同色」なのである。これが三原色による色再現原理であり、眼もカメラもこのような等色原理で色再現をおこなう。

●有彩色の場合

JIS標準色票とモニタ＜デジタル色標準＞等色の場合も同様、一方は顔料でできた色材 (色票) からの反射光であり、一方は液晶モニタのRGB光の混合色であり、ルーペで拡大すればRGBの粒が見え、当然、分光分布も違う。

fig 5-1の<EK-CC>のカーブとfig 5-2の<Block>のカーブ段階を見比べるとさらに驚くことになる。それは多くの人にとって信じ難い発見となろう。

●光源、色覚により色は違ってくる

もう一つ重要なことは、CIEのXYZ値は入射する＜光＞の分光分布と＜物体色＞および＜眼＞の分布 (CIE等色関数) の掛け合わせであるから、当然ながら、その＜光源＞または＜色感＞が異なれば、色が合わなくなるのである。どのような等色状態においても光源ボタンを切り換えれば等色関係が崩れるが、眼の色感によっても変わるという、これまでよく理解できなかった真実の色の姿が数値と発色で示されるその検証データは衝撃的であろう。

●等色判定可能な範囲

このシステムの等色機能は、色票間の段差が大きいため完全等色が減多にない従来のJIS標準色票法とははつきり比較にならない。高明度側は濃度0.025 (fig 20-①⑥⑩参照) から、低明度側は濃度1.2 (反射率6.3%、fig 3-①表参照、fig 12-⑥) のようにグレイスケール段階の12番あたりまではまったく問題なく包括する。

・作例中、もっとも暗いミロの混合色 (13b-⑦)のD65光源) のJIS標準色票との比較 (fig 7-3) では・色票：5YR/2/3のY=3.023、x=0.430、y=0.369に対するモニタ色は5YR/1.7/4のY=1.80、x=0.474、y=0.380であり、その位置、色度xyも近似し、色票の最暗部もカバーしている。明るさは (fig 7-3) のようにGスケールの16番と18番の間、反射率では1.6~2.5の間、モニタのY=1.80の信憑性を裏付けている。

もともと眼はきわめて精巧な測色計である。その優れた機能をしかもスマホ・タブレットでこのような厳密測色と検証、詳しい色彩情報の獲得がだれにでも容易、確実にできるこの色システムの到来はまさに想像を超えた＜色彩情報・工学革命＞の実現といっても過言ではないであろう。

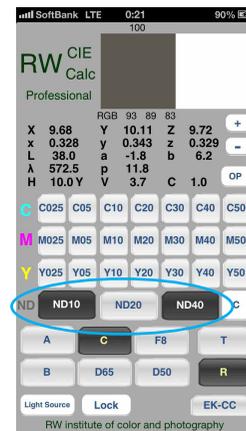


fig 7-1

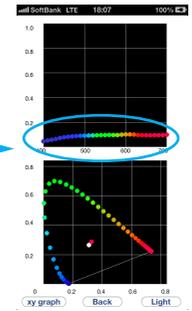


fig 7-2

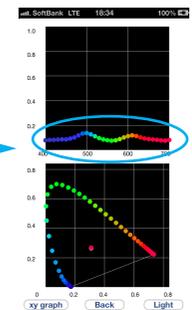


fig 7-3

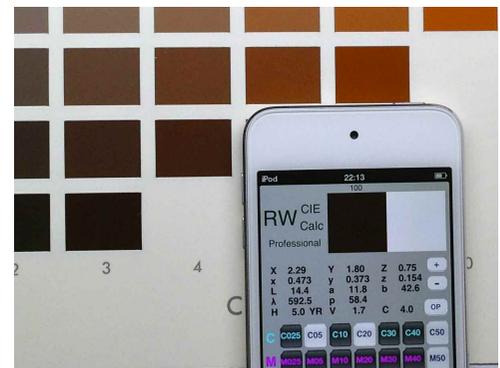


fig 7-4





<RW CIE Calc>

1-9. 反射色測定 conditions G-Calibration (校正: ゼロ点調整)

反射色測定では、測色前に、正しい測定値を得るために、光源に応じてその都度、モニター発色部の色と明るさをGカードの反射光とできるだけ合致(等色)させるグレイバランス調整(Gray Calibration)が必要になる。調整が悪いと正しい測定値は得られない。

●方法

- ①光源: 演色性のよい光源が不可欠。
- ②光源ボタン: HV/C判定はC、およびD65光源。自然光の場合は、一般には正午前後の北窓からの室内自然光(ボタンC)が無難。
- ③Gカード: NDボタンの反射率に等しいG(無彩色)カード (fig 10-2) を選択。Gカード-2の場合は10ND。
- ④本体の明るさ(設定 ☞ 明るさ/壁紙/fig 5-4) とランプ距離を調節。fig 8-1。1%ごとの微調整は画面の±ボタンを使用。fig 9-1。
- ⑤測色: Calib後、その位置で任意色と等色させる。その場合、明度±ボタンは、色度が合致しても明るさが合致しない場合の微調整にきわめて有効であり、視感判定精度がいかに精巧であるかもわかってくる。
- ⑥撮影: 等色状態をiPhoneで真正面から撮影。拡大し等色を確認。☞ P.31色覚参照

●iPadが標準照明光 C光源&D65光源

・op (オプション) で「Light」ボタンを押すとC光源またはD65光源を標準光源として呼び出せる機能がある。

①これを近接させれば標準照明になる、たとえば衣服の色、肌色等もその正しい色が観察でき、②測色に使用すれば、正しい測色ができる。☞ fig 8-2

●標準照明付き色システムである。測色と同じ色計算、同じメカニズムで発色させるので、色評価用以外の蛍光灯照明で生じやすい色シフトもほとんどない。たとえばiPad miniでのC光源照明での50Y+10Y+ND10/RのHVCの計算値は7.5Y/7/10のJIS色票と色が驚くほど一致。☞ fig 8-2。数値もY%はJIS標準色票のカタログ表示値41.98に対し41.60、色度はx.440が.433、y.483が.485と下三桁で2-3しか違わないのは衝撃的であろう。☞ fig 8-3。Yの補色系(P、PB)も完璧といえる測色結果を示す。超厳密、明々白々の証拠物件である。

●カメラとスクリーンショットの活用

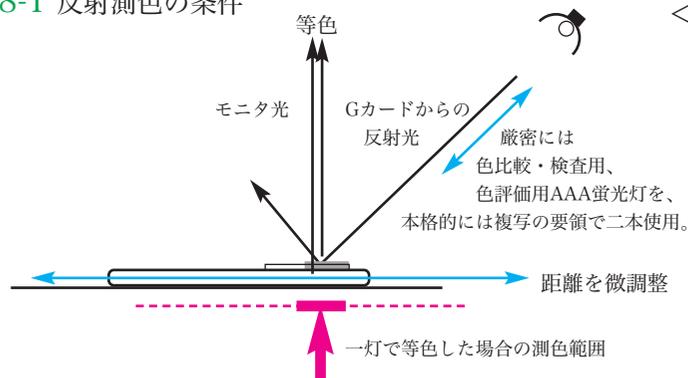
また、等色状態をカメラ撮影すれば、これまでわからなかった色が合わないその原因が光源か色覚かといった実証的検証がiPhone撮影で一気に解決可能になるということである。

掲載画像のすべてはiPhone5撮影による。眼で多少ズレていてもiPhone撮影で等色する場合も少なくない。

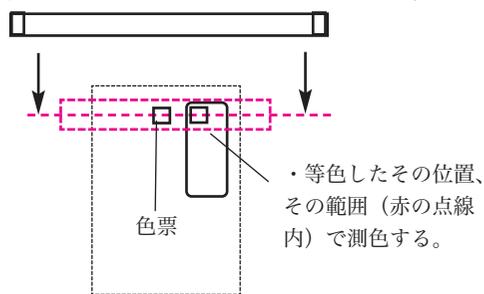
他のカメラでの撮影結果は光源とカメラの設定次第で微妙に異なってくる。撮影すると等色しない場合も生じよう。しかしその段階では合致しない原因は光源かもしれないし眼かもしれない。

そして、スクリーンショット(右上の電源を押しながら正面下のホームボタンを押す)はまさに理想のデータ記録、保存法として活用ができる。

fig 8-1 反射測色の条件



- ・反射率Y%の近似するG基準と比色し、同明度になるよう、ランプ距離または比色部位置を調整。



・G-Calibration(グレイバランス調整):

AAAランプを45°照射し正面から観察。等色するよう調整したその位置(赤印の範囲内)で測色。色票全体をカバーするにはランプ2本を両側から均等に照明。

1-10. iPadで標準照明!



fig 8-2

- ・op ボタンから<light>を呼び出せば、iPadで標準光。

- ・CとD65光が可能。

- ・本体の明るさを最大にしてG-バランス(G-Carib)下その位置で測色。



fig 8-3

- ・JIS標準色票を測ってみると、HV/Cは7.5Y/7/10。

その計算値、およびJIS標準色票との発色の一致は、衝撃的としかしいようがない。

iPadがそのまま光源に!

C光源でG調整。

iPad mini





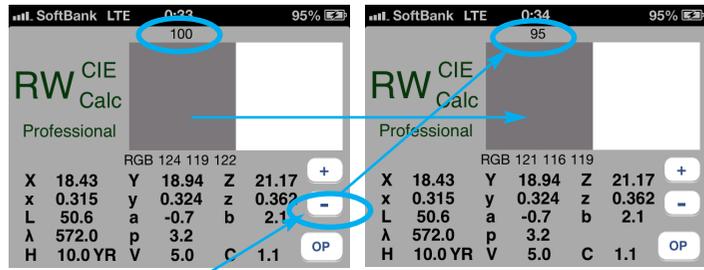
<RW CIE Calc>

1-11.

発色部の厳密な明度調整機能

モニタ発色部は通常を100として、ワンプッシュ1%ごとに明度調整可能な±ボタンを用意。(反射色(R)時のみ)。±調整によりRGBデータが変化する。ゆえに明るさが変わる。しかし、測色データは変化しない。等色、記録、再現等が数値的に正確にでき微調整に有効 fig 9-1 b

fig 9-1



< 9 >

・ボタンを押すとワンプッシュごとに発色部の明るさだけが変わる。右：マイナスポッシュ5回で5%減。発色部だけが暗くなる。プラス側はWスペース以上には明るくならない。

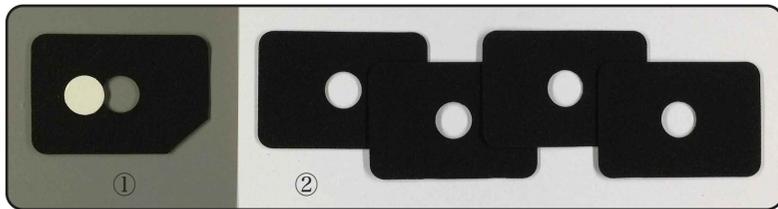
<RW CIE Calc>

1-12. 測色に必要な<Gカード>類

・GカードとNDボタンの反射率関係は fig 10-2ご参照。
 ・なお、G2-Cardの色、明るさは新しい新聞紙の耳部(非印刷部)に近似。とはいえ、厳密な測色はできない。

fig 9-1b

● <RW G-2 Card セット>



- ① G-2 Card (ND10ボタン対応濃度0.2*標準色票付きスポンジマスク (55x38x1t) 一枚。(*日本色彩研究所製測定済み。ロットにより相違。現在庫分Y反射率: 62.96%)
 ・完全に等色すると二つの円はつながって見える。
- ② 色票なし同サイズの比色用黒スポンジマスク 4枚
 価格: 1,670円(税別)

●用途 光色判定、反射色判定、比色。

・使い方

1) 光色判定: G-2比色マスク孔を発色部にあてがい、各種NDと6種光源ボタンで近似等色すれば光源ボタンがその光源色。等色しないときはCMYで等色するときの色度xyから色温度検出可能。 P.14

2) 反射色判定: 左のように、10ND/C光源/反射Rボタンで等色させた後、マスクを除去し、その位置で任意色と等色させればその任意色の正しい測色値が得られる。

・本体明るさ調整。 fig 5-4

・微調整: ランプ距離、±ボタン調整。

●色票は遮光し常温保存して下さい。●スポンジ製のため測色物(色票など)を傷つけない。しかし色票も傷みやすく、取扱いは十分ご注意ください。製品は消耗品とお考え下さい。

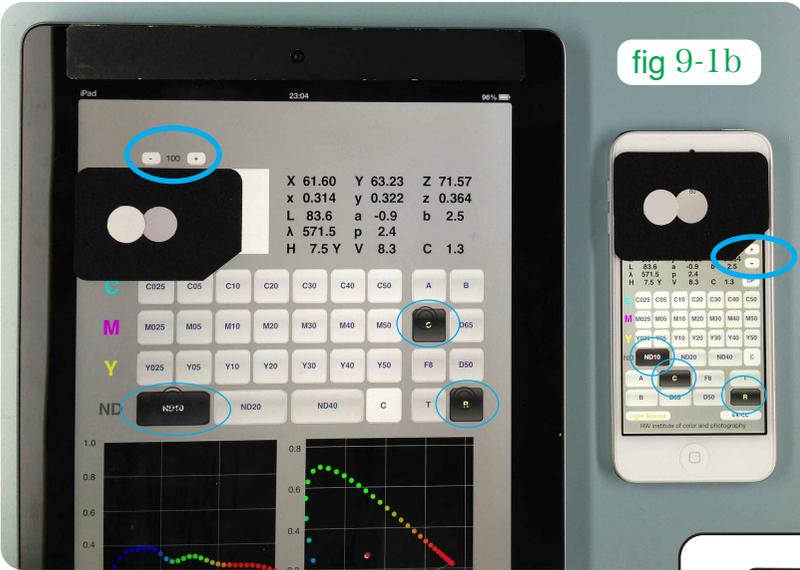


fig 9-1b

●JIS標準色票集では添付されている<明度スケール>がG基準として使用可能。② 20NDと7番 (Y41.98) fig 10-2

fig 9-2



● <RW GRAYSCALE-2セット>

- ① <RW GRAY SCALE-2> 1個 (濃度0.1~1.2の12段階を配置。色票上をマスク付き透明フィルムで保護。日本色彩研究所製無彩色。)
- ② 12φ孔付き比色用黒スポンジマスク (55x38x1t) 4枚付き

価格: 6,800円(税別)

(注: ②は<PC-2>セットのGスケールと同一製品。)



fig 9-2b

・磁着マスク付き

● <RW GRAYSCALE-3セット>

- ① <RW GRAY SCALE-3> 1個 (濃度0.1~2.0(濃度1以上は0.2段階)の15段階を配置。色票上に透明フィルムなし。日本色彩研究所製無彩色。)
- ① 12φ孔付き比色用黒スポンジマスク (55x38x1t) 4枚付き

価格: 9,800円(税別)

(注: ②はセットのGスケールと同一製品。)





<RW CIE Calc>

1-13. <RW GRAYSCALE >使用の場合

<10>

注：一般使用では、G-2カード（fig 9-1 b）さえあれば以下の多段階グレイスケールは必要なく、ここでは、GカードとNDボタン値は、以下の①から⑦のような（両者の反射率が等しい）組み合わせならどの組み合わせを選んで調整してもよいことを示す。・数値はすべて計算値または目標値であり、実際の色票値、発色値ではないことをお断りする。

fig 10-1



fig 10-2 ●モニタNDボタンとGカード番号の対応関係（表）

①	EK-CC /R/C	Block/R/C、a、b	対応 RW GS番号	対応 JIS色票Y値
①	10ND (Y63.23、a-0.9、b2.5)		2番 (Y63.09)	
②	20ND (Y38.69、a-1.3、b4.1)		4番 (Y39.81)	7番 (Y41.98)
③	20CMY+05C (Y18.94、a-0.7、b2.1)		7番 (Y19.95)	
④	40ND (Y15.22、a-1.7、b5.8)		8番 (Y15.85)	
⑤	50ND (Y10.11、a-1.8、b6.2)		10番 (Y10.00)	
⑥	60ND (Y 6.19、a-1.7、b6.2)		12番 (Y6.31)	
⑦	10ND (Y63.03、a-0.0、b0.1)		2番 (Y63.09)	
⑧	20ND (Y39.80、a-0.0、b0.1)		4番 (Y39.81)	7番 (Y41.98)
⑨	30ND (Y26.35、a-0.0、b0.1)			

・数値はすべて基準値もしくは参考値であり実際の数値とは必ずしも一致しないことをお断りする。・色票はすべて日本色彩研究所製。
 ・G-2Cardに限り測定済み（Y反射率62.96%）を使用。10NDとの反射率差は0.27%（1%の3分の一以下）。きわめて厳密な測定が可能になる。



●G-<Calibration>の方法：モニタ発色をGカードの反射光と一致させる、測定のためのゼロ点調整。① 厳密には濁色性のよい6500k AAA（東芝など色評価用、検査用）等を使用。②本体の明るさは（明るさ/壁紙）により、またランプは光源の高さと距離、画面の±ボタンで微調整して等色。③ 測色は等色したその同一位置で等色。・iPhone撮影で客観判定。ここで個々の眼の色感検証ができる。・NDボタンとGカードは多少のab差が生じるが、ここではほとんどすべての場合、かなりの厳密さにJIS標準色票（第8版平成5年）の各色票と一致することが実証されている。ということは色票もきわめて厳密に製作されているということにほかならず、色と数値の合致にあらためて驚きを禁じ得ない。光電測色機器の検証も可能になる。

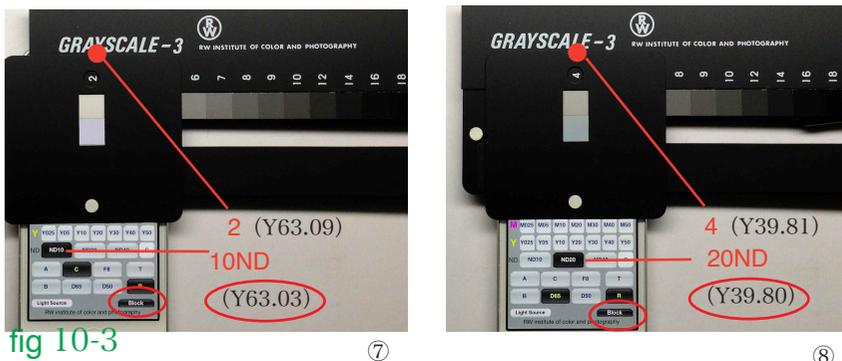


fig 10-3

●「Block」モード調整

・なお、上記は「EK-CC」モードであるが、左 fig 10-3のように、「Block」モードにすると、反射率を更に厳密にG調整可能になる。そのような組み合わせがほかに、G1.2(Y6.31):60ND(6.31)がある。

・以上、6500k AAA色検査、色評価用蛍光灯使用。C光源でもほぼ等色状態にある。





<RW CIE Calc>

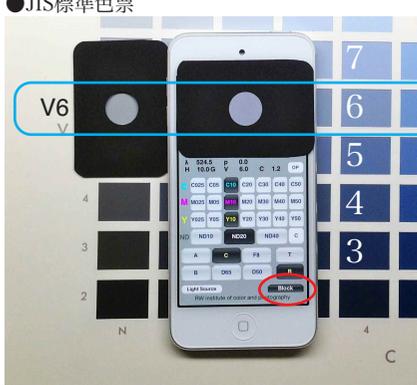
1-14. JIS標準色票の場合のG調整

fig 10b-1

「Block」モード（C光源）の場合

●JIS標準色票の場合は添付の<明度スケール>が使用できる！

●JIS標準色票



- ① 10ND+05CMY(Y57.54, a0.0 b0.1(C) ⇨ V8.0(Y57.62)
- ② 10ND+15CMY(Y41.01, a0.0 b0.1(C) ⇨ V7.0(Y41.98)
- ③ 20ND+10CMY(Y28.86, a0.0 b0.1(C) ⇨ V6.0(Y29.30)

●JIS標準色票添付の<明度スケール>、また各カード左端にある無彩色列を上記NDボタンとの関係で<G-Calibration>調整ができる。

左は、「Block」モードで、上記③の20ND+10CMYボタンとJIS色票のV6.0カードの無彩色の組み合わせでG-調整した状態。等色させたその位置で測色する。一灯の場合は光源（東芝6500K/AAA）との距離を上下に移動させ調整。⇨ fig 8-1。

<RW CIE Calc>

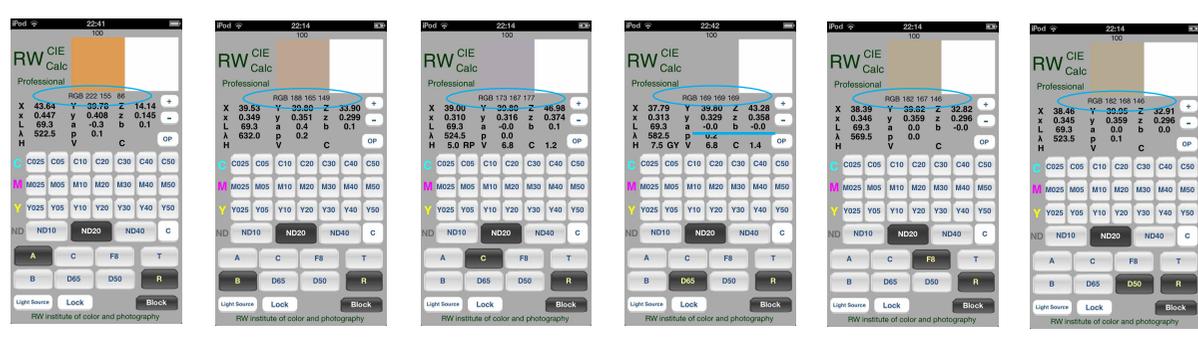
1-15. RGB値（追加機能説明）

●RGB値と標準光源との関係

「Block」モードで20NDをセットし、6種の光源ボタンを切り換えてみると、RGB値は以下のように、D65光源で均一となり、光色（色温度）の変化に応じて発色部の色調と数値が異なってくる。NDは数値にかかわらずD65光源で正しい無彩色を示す。

fig 10b-2

①	②	③	④	⑤	⑥
A光源	B光源	C光源	D65光源	F8光源	D50光源
R G B	R G B	R G B	R G B	R G B	R G B
222 155 86	188 165 149	173 167 177	169 169 169	182 167 146	182 168 146



●RGB値とND値、等CMY値との関係

上記④の状態、ND値を加減しても、また等CMY値を入力しても、RGB値のバランス、また発色も変わらない。常に無彩色を示す。

しかしながら、F8やD50,55などが主流となるカラー写真、印刷ではD65の等RGBデータはそのままでは温調となることがわかる。

●RGB値とND値、等CMY値との関係

上記④の状態では、ND値を加減してもまた等CMY値を入力しても、RGB値のバランス、また発色も変わらない。常に無彩色を示し、Labのab値もほとんどが00である。しかし、「EK-CC」に切り換えると、ND、等CMYともに有害分光吸収をもつのでこのような完全無彩色にはならない。

ミロR	ミロG	ミロB	ミロY
RGB	RGB	RGB	RGB
248 60 45	47 150 113	78 149 198	255 203 0

●RGB値と加法混色

上記ミロ色 (fig 17-3-6) のRGB値はRはR、GはG、BはBが高く、YはR次いでG数値が高くBはゼロ。モニタは、D65近似光源において、上記レベル値でRGB光を発色させることによって各色を表示する。それは加法混色値であり、デジタル表示するときのRGB値わかる。





2. 混色

<RW CIE Calc>の使い方

CMYの組み合わせでできる色は、A、B、C、D50、D65、F8光源ごと、また透過色/T、反射色/Rごと、モニタ発色1670万色に迫る！

■基本設定

●ベース光源

その場の光源色 (☞) ボタン、色評価用AAAランプなら該当するD65、D50、RW M-1カラービューア内ならF8、電灯光ならA等。本欄では、マンセルHV/C値がわかるC光源をベース光源とした。画家、デザイナーはアトリエやギャラリーの光に合わせるのが常道であろう。光源によりどのように色が変わるか、自由に切り換えてみよう。☞ 光色

●TとRの選択

①色材混色をおこなう場合は「EK-CC」の透過色混合は「T」、反射色混合は「R」を選択。(濃度的には「R」は「T」の二倍値である。)

●混色原理

すでに述べたように、フィルターC (Cyan)、M (Magenta)、Y (Yellow)の各フィルターは、各RGB三原色光の吸収体であり、Cは-R、Mは-G、Yは-Bであり、等量の二色の組み合わせでC+M=B、C+Y=G、M+Y=Rが得られ、一方を半減すれば中間色相が得られる。濃度調整には無彩色のND(10,20,40)、また等CMY (10C+10M+10Yなど等しいCMY量)を加減すればよい。

●ボタン数値

ボタン数値はフィルターの濃度(透過率、反射率の逆数の常用対数値)のコンマ以下が表示される。025がもっとも淡く濃度は透明ガラスに近い。その二倍が05、あとは10、20、30、40、50までの10間隔。濃度の利点は加減算ができることである。だから10+20=30となり、100をつくるには50+40+10でも、50+30+20でもよいが、CCでは微妙な相違がでる。

・「EK-CC」での無彩色ND(Neutral Density)は必ずしも波長的にフラットではないのでNDを増加すると色相H、彩度Cも微妙に違ってることが計算値からわかる。EK-CCでは有害分光吸収のために、同量のC、M、Yだけでは無色にならず赤茶色系になる。そのため、たとえば0.7のGカードに対応する近似無彩色には等20CMYに05Cが加えられる。

●Professional版の「Block」モード

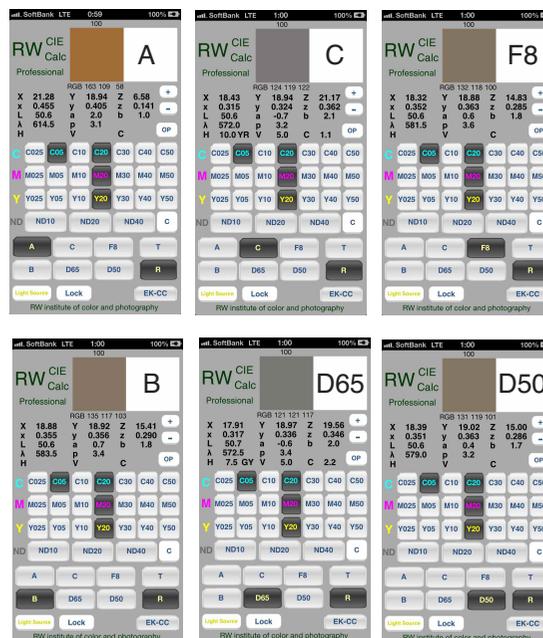
③ブロック法(「色の作り方」/ブロック法/1973版参照)*1

「EK-CC」法であざやかな色ができない場合は「Block」法に切り換え、一色または二色の組み合わせで色をつくる。

「Block」モードの場合は有害吸収がないので、NDも等CMYも純粋な無彩色となり、色(色度xy、L、V)を変え

物体色は光源で色がどう変わるか。
グレイ × 光源カーブ (R)

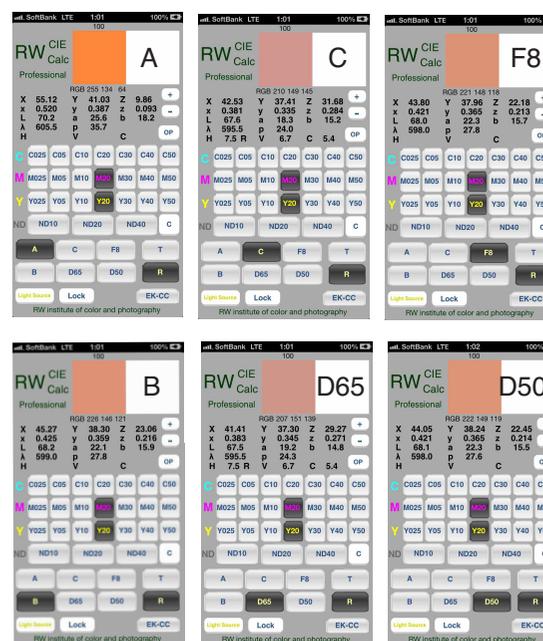
fig 11-1



20CMY+05C : 0.7Gカードの対応色。実際には、眼では色順応、カメラではグレイバランスが働く。

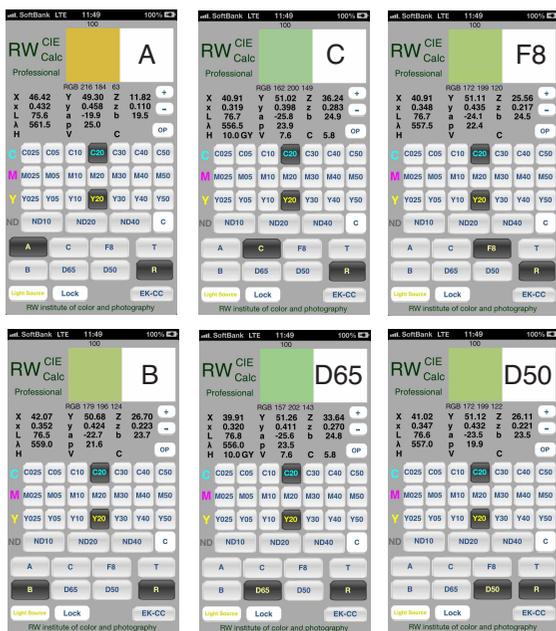
fig 11-2

(有彩色 × 光源カーブ (R))



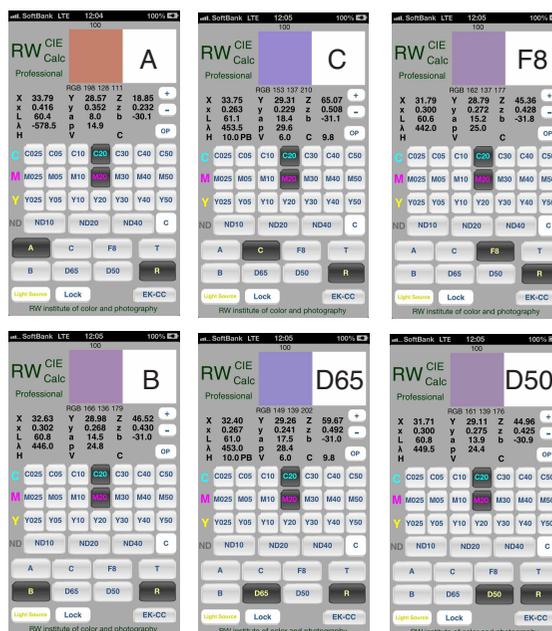
20M+20Y=20R

fig 12-1 (有彩色 × 光源カーブ G)



20C+20Y=20G

fig 12-2 (有彩色 × 光源カーブ B)



20C+20M=20B

・光源による色変化はRよりG、とくにBが大きい。たとえば、F8とD50の色温度は同じ5000K、CとD65も色温度差は270Kほどだが、光源の分光分布の相違による色相、明度、彩度の変化が大きい。眼では色順応、撮影では全体色調等でグレイバランス(ホワイトバランス)調整され、通常は大きな色変化として感じてはならないが、色が光によって変わるその様子がよくわかる。

ない。いわば理想の混色が可能で、標準色票からはみ出す、現実色材ではつくりえない無数のあざやかな色ができる。

●色の組み合わせ、色紙の上、インクの重ね塗り

色の加減算でわかる。(次ページ)色紙の場合もまず色紙を測りその上に重ねて希望の色をつくり、そこから色紙分を差し引けば重ねるインク色が見出せることになる。

●あざやかな色、純色

ND量、等CMY量が増えるほど明度も彩度も低くなり、ND量、等CMY量が減るほど色があざやかになる。ND量、等CMY量を差し引いた残りがその色の純色である。

●補色(反対色)

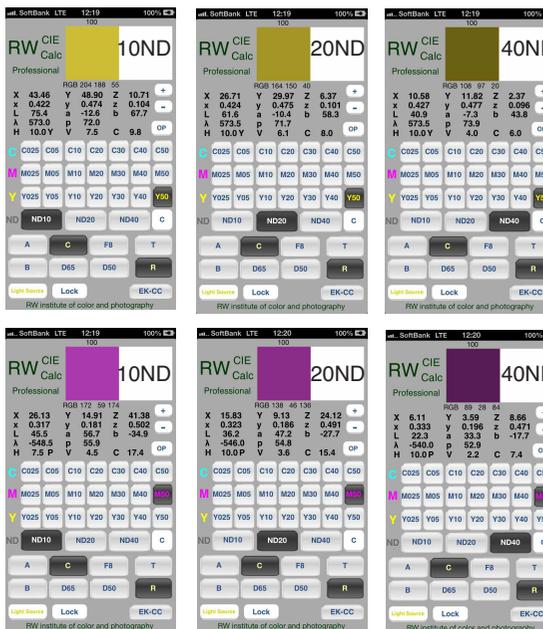
その色に加えると等CMY値(無色)になる数値。たとえば、50C:50MY、50C+30M+10Y:20M+40Yの一方が補色である。ただし等CC値では完全無色にはならない。ブロックでは有害吸収がなく、完全な理想の補色が見出せる。色度図では反対側の直線上に補色がある。

以上は、実際のボタン操作で、明るさ(Y%, L)と色度(x,y, ab, H/C)数値を、モニタ発色の状態とを比較参照しながら検証ができる。p.13c

●眼では色順応が働く

・同じ色でも、光源によって大きくまた微妙に変わる。しかし、眼には色順応作用と色恒常作用があるためにこのように違っては見えない。またカメラの場合も、ホワイトバランスが自動的に働き白は白として撮影されるので、視感に近い撮影結果が得られる。iPhone、iPadの場合はストロボとHDR以外に余計な設定がなく、両者をオフにしておけばほとんど失敗なく等色記録が可能になる。

fig 12-3 (50Y(M)+10・20・40ND /C)



●ND(Neutral Density)の働き

10、20、40三種のNDの組み合わせで10から70まで7段階の、同一色相、同一彩度(色度xy)での明度調節ができる。「EK-CC」では色度xyも微妙に変わる。

●等CMY量はND相当

同量のCMY量にシアンを追加すると実際のNDに近くなるが「EK-CC」では色度(xy, ab, H/V値)がかなり違ってくるのがよく理解できる。[Block]では同一色相、同一彩度(色度xy)のまま明度だけが変わる。

●色環をつくる

fig 13-1

CMYによる12色相環

50CMY、およびその二分の一の25CMYの各二色による組み合わせでできる「12色相環」。

三色の組み合わせでは、等CMY量が無彩色NDに相当する。

「等CMY量」はNDに置き換えることができる。しかし「EK-CC」では色度xy、L、HV/Cも変わるが、「Block」では「EK-CC」ではつくりえない高彩度色がつくれるとともに、無彩色量を加減しても明るさだけが変化し、色度xyは変化しない。

op呼び出し

50C/25M/R/C

50M/25C/R/C

12色相環：スクリーンショット*を配列。標準色票ではスケールアウトする高彩度色値も知ることができる。つまり、RW Color Systemでは、マンセル色票にはない色をつくり、はかつて、そのXYZ,xy,マンセルHV/C値が見出せる機能をもつ。（*上部電源ボタンを押しながらホームボタンを押し、カメラから呼び出す。）



●想像を超える色彩計測機能を実証!

<13b>

●混色の法則性 色の足し算と引き算

<RWCCM>の内容はすべて独自イノベーションであり、ここではあらゆる色をXYZ以下の正しいCIE測色値を伴って呼び出すことができる表色法としての例は世界にない。その基本は減法三原色CMYの混色法にあり、ここでは前ページの色環図fig 13-1で明らかのように色の加減算は自由自在であり、任意のA+B=C色の場合は、C-A=B色であり、

C-B=A色であるから、希望の色にするにはメートル法同様に、どのように足したり削ったりすればよい具体的な色調整法が見出せることになる。

補色の算出 補色検出などは実にたやすい。混色したとき無彩色になる相手を捜せばよいわけだから、等CMY (たとえば50CMY)からその色(50C+25M)を差し引いた残りが、補色(25M+50Y)となる。

「Block」法なら厳密すぎるほどの補色が計算できる。

●ミロ色を加算してみる ミロ版画 (fig 27-1-4) の4原色①~④を減法混色するとどんな色? 無謀なQにも回答できるとは、おどろき桃ノ木であろう。G+Y=⑤、R+B=⑥、G+R=⑦、Y+B=⑧、B+G=⑨、R+Y=⑩であり、混色結果をJIS標準色票値と比較してみれば、こんなことまでできる、まさに想像を超えるとてつもない感動の色彩学誕生であることが納得されるであろう。関連 ⇨ fig 7-3、4

モニタ計算値	7.5GY 4.2/7.4	13.30	0.321	0.519 / C
JIS標準色票値	7.5GY 4 / 8	11.70	0.340	0.535 / C
モニタ計算値	7.5GY 4.3/7.6	13.42	0.318	0.530 / D65
JIS標準色票値	7.5GY 4 / 8	11.83	0.336	0.543 / D65

12枚フィルターの組み合わせ色すら近似発色! 「Block」による。

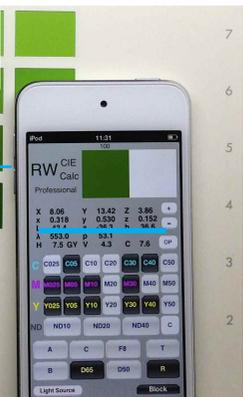


fig 13b-2 D65による





●混色の法則性・・・色彩学の画期的展開 「完全補色」の発見！

これまではRW CMY法によって、たとえば、20Yの補色は20M+20C、30M+10Cの補色は10C+30Yといったように、加えて等YMCになる相手方を探せばよいという法則性が判明し、補色検出が簡単容易に可能になったとはいえ、「EK-CC」法では各色素が純でないために「完全な補色関係」は見出せないでいた。また、その補色関係は、照明光源によって違ってくることがほとんど無視されていた。しかし、大きく進化したこの<デジタル色標準>では、すでに、fig 10b-2において判明したように、「Block」モードのD65光源で、加えて等CMY値になる相手方を見出せば、それが「完全補色」であるかどうかを見極めることができ、これまでは大まかにしか検証できなかった「補色」の驚きの厳密な検証が可能になる。

●「完全補色」の発見

ND(Neutral Density)の色の偏りは、Lab値でも判明できるが、デジタルRGBでは255段階の1レベル差で厳密数値が見出せる。

①は「Block」モード/D65光源/ND10/R(反射)の状態。RGB値はRGBともに169、Labのabも00で、発色も背景色に近い。背景色は169の等RGB値近似ということである。

②は50C、③はその補色50MY(50R)。④は②+③の50CMY色であり、そのRGB値は60 60 60。

⑤⑥・・・⑦も同様、そのRGB値は37 37 37の「完全無彩色」であり、それぞれの色相位置は得られた各NV/Cから、両者はfig 13c-3での色相環の中心をとる「完全補色」であることが証明される。

このように、CMY三色で完全無彩色ができるインクができれば、現状の墨版はUCR(下色除去)以外には無用になるということであろう。

なお、⑧⑨は⑩において99 99 99の完全無色になる関係にありながら、計算されたHV/Cの色相の位置が中心をズレた例であるが、このように、厳密な補色の検証が可能になること自体が革命的といえよう。奥の深い色彩学は面白く、楽しくなるわけである。。

fig 13c-3

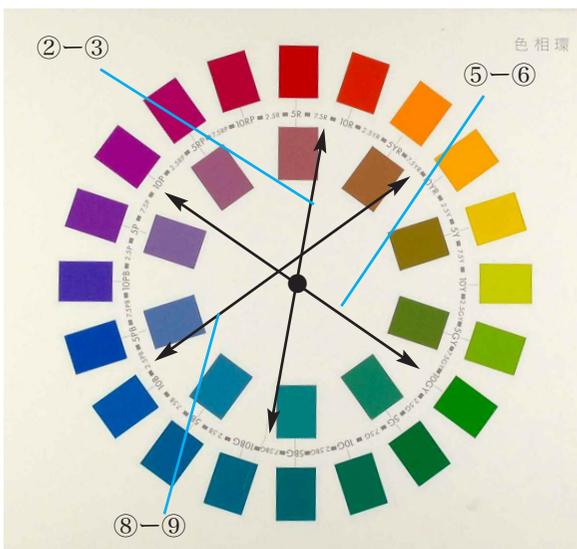


fig 13c-1

<13c>

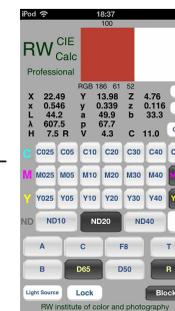
① ND10
RGB
169 169 169
HV/C
7.5GY /6.8 /1.4



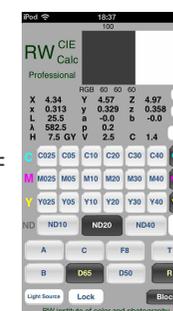
② 50C
RGB
0 173 175
HV/C
7.5BG /6.3 /7.8



③ 50R
RGB
186 61 52
HV/C
7.5R /4.3 /11.0



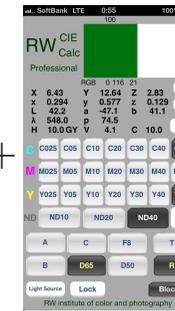
④ 50CMY
RGB
60 60 60
HV/C
7.5GY 2.5 /1.4



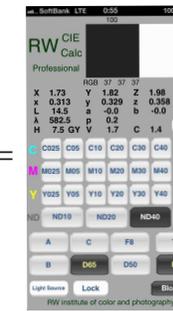
⑤ 50M
RGB
118 33 116
HV/C
10.0P /3.0 /12.0



⑥ 50G
RGB
0 116 21
HV/C
10.0GY /4.1 /10.0



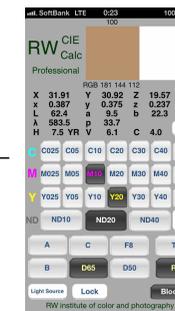
⑦ 50CMY
RGB
37 37 37
HV/C
10.0GY /6.2 /13.4



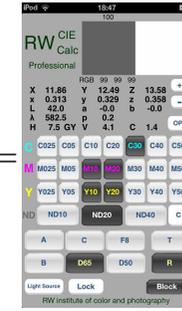
⑧ 30C/20M/10Y
RGB
95 121 36
HV/C
2.5PB /4.8 /5.4



⑨ 10M/20Y
RGB
181 144 112
HV/C
7.5YR /6.1 /4.0



⑩ 30C/30M/30Y
RGB
99 99 99
HV/C
7.5GY /4.1 /1.4





3. 光色判定

光色の主波長λ、XYZ、xy、K、色温度軌跡の上下のずれも判明！

<14>

注：・強い太陽直射光は判定できない。減光して測光。☞ fig 15-1

・光色も透過色も一般には知るすべがない現状において、スマホで光色、透過色の<厳密判定>可能は専門家ほど耳を疑うであろう。しかし、間違いなく測れる。それだけでもイグノーベル賞かギネスブックのものであろう。

●光色判定の方法 色度xyから色温度判定

・一般の光色判定ではY値検出は不要。だからGカードとNDボタンは反射率にかかわらずGバランスさせればよい。☞ fig 14-1

① 一般にはG-2カードを使い、マスク孔を発色部にあてがい、各種NDと6種光源ボタンを切り換え、モニタを正面から見て同色になる光源ボタンを捜す。☞ fig 14-2

厳密測定では「EK-CC」は高濃度ほどab値がずれるので、ab値差のない「Block」モードの活用が望ましい。

② 光源ボタンだけで等色しないときはCMYボタンを追加して等色させ、そのxy値を図表 (op、fig 4-1 xy graph) と参照。色温度Kと上下のズレ (Δuv) がわかる。上方向では緑っぽく、下方向ではマゼンタが強いことが判明する。

③ 色温度軌跡 (太線) に近いほど演色性もよく色判定用によいが、厳密な演色性は判らない。また、観測者の眼の色特性により判定値が微妙に異なる。カメラ判定との偏差が色覚差である。カメラ判定することにより客観判定ができ、色覚相違もわかってくる。

●光色判定原理

① Gスケールの反射が波長的にフラットなら、入射光と反射光は明るさがちがっても色は変わらない。したがって、G基準とモニタ色とが等色すれば、モニタ発色の色度が光源の色度xyを示す。(実際には厳密にフラットな無彩色はない。また「EK-CC」でのNDもフラットではないので若干の相違が生じる。)

② 比色、等色には同一の背景マスクが必要。背景色の明るさ、色、大きさで大きく違って見える。マスクなしには正しい視感測定はできない。

fig 14-1



・色温度
A (2856K)
B (4874K)

・色温度
C (6774K)
F8 (5000K)

・この状態で等色すれば入射光の色温度は6774K、色度はx=0.310, y=0.316。

D65 (6500K) D50 (5000K)

・光色判定だけなら、無彩色とNDボタンは何番を使ってもよい。

fig 14-2

・G-2カードで測色する場合のNDボタンは10NDだが、光色判定ではND量は自由。fig 14-2 の場合はA光源に10ND+20ND+05Cで近似等色。だからこの光 (新幹線車内灯) はA光源 (2856K) + 05Cの光に近似し、主波長：560nm、刺戟純度：4.5、x=0.444, y=0.417という、スマホで分光光度計なみの測色データが獲得できる。



● iPadで標準光 CとD65 !

●タブレット、パソコン

ディスプレイ色を厳密測定!

ディスプレイ (この場合はiPad) の白色面を少し暗くし光源色ボタンを切り換えて等色。ディスプレイ白色の検証ができる。

fig 14-3、fig 14-4 のように「Block」モードで両方ともほとんど等色状態にある。

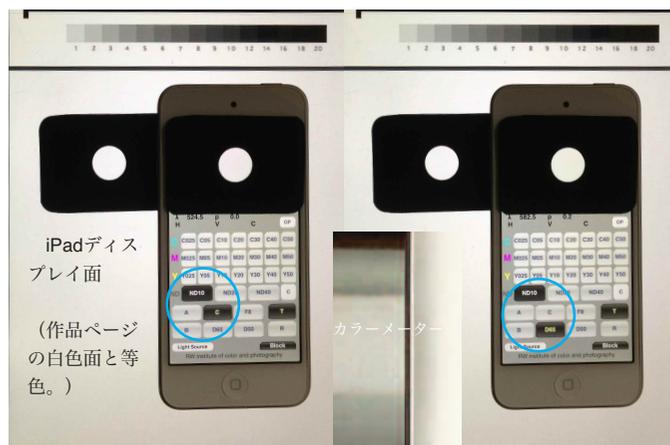
標準光源としてのCは6774K、D65は6500K。ミノルタカラーメータよるC光源実測値は6625K、D65光源は6591K、ほとんどぴたりである。

また両画像をPhotosop画像とし情報パレットでLab値を比較することもできる。iPad側はa=1 b=1 (または0) に対し、iPod (左側) はC光源で<a=3 b=1>、D65 (右側) は<a=-1 b=6>であった。このような検証も可能になる。

●iPad、miniが観察光源、撮影光源に！ ☞ fig 8-2 fig 21-2

fig 14-3 C光源

fig 14-4 D65光源



10ND+C光源

10ND+D65光源

iPad面の色温度測定値 6651K/C光源の場合



fig 15-1

・太陽直射光を測る！・・・色温度、色度xyもわかる光色判定！

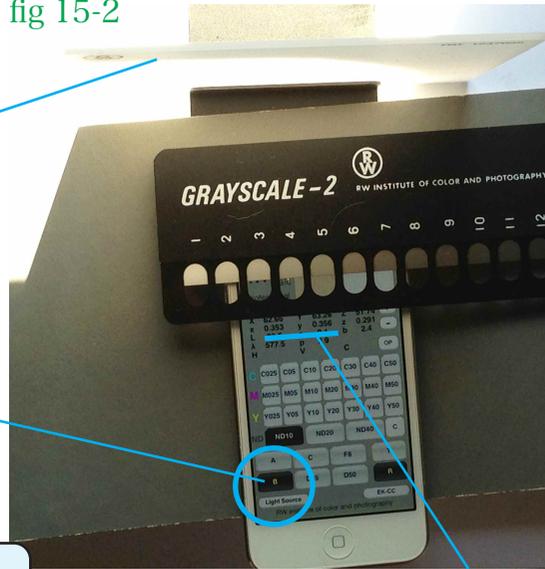
<15>



RW DF白色板を使用。
(15cm角)

・光源選択ボタンはB
(4874K) で近似等色。

fig 15-2



(注) 太陽直射光は、光が強く
そのままでは測光困難。

・7月10日午前9時半、東の窓から差し込む太陽直射光を、RW DF(白色板)を立てて減光、拡散させ測光。

・光源ボタンを切り換えると、やはりBボタンで等色。かつての太陽光(色温度4874K) 標準。そのもの。

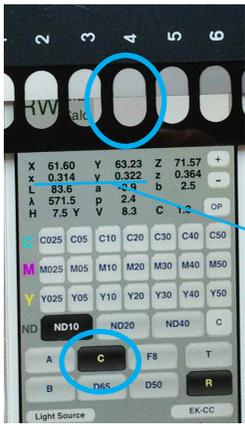
現在、B光源はJISにも見当たらないが、AとCの中間にあり、色温度検出に大変便利。Bを光源ボタンに含めたのは正解であった。

いや、あれば便利というより必要であろうと思う。

・南窓からの天空光は！

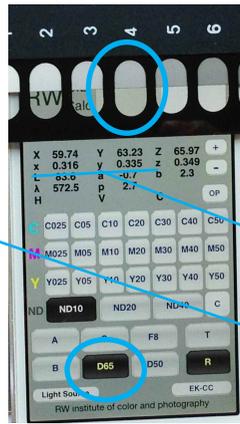
・そのあと、南窓からの天空光をGスケール4番/10NDで測ると、ボタンD65とCで近い。Cはかすかに赤っぽい、南窓ながら、自然光の測定光源としては理想的である。

fig 15-3

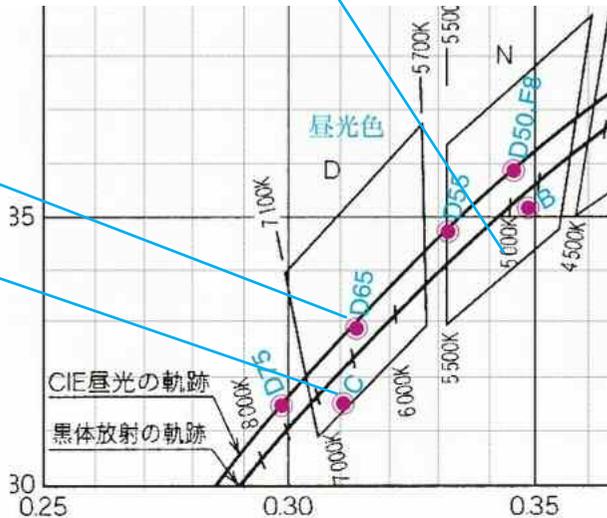


① C

fig 15-4



② D65



●色評価用
D65ランプを測る！

●ここで、高色温度状態で、274K差を視感検出！
驚くべき色覚能力の発見！

しかし、自然光は不安定。だから安定した確実な人工光源が必要になる。

そこで、カタログ色測定で使用のD65ランプ(東芝 色比較・検査用D65AAA蛍光ランプ)をあらためて測定済みG-2でチェックした結果をここに示す。拡大部分でも分かるようにD65 (fig 15-5) で見事、完全に等色。C (fig 15-5) でもほぼ等色。

さかのぼれば、そもそもC光源とD65光源の色温度差はわずか274Kでしかない。通常、色温度変化による色差はミレッドが示すように色温度が低い状態(たとえばタングステン)では大きいが高色温度状態では小さい。だから6500kレベルの274k差は通常は問題にされない。

しかしここでは、色度図(op xy graph)で位置確認ができ、Cはy値が0.5ほど黒体放射軌跡よりも下方、マゼンタ方向にあることが判る。

fig 15-6

fig 15-5



つまり、超厳密にはD65測光だが、実用的にはD65光源でのC判定も可とできる証左となり、一般の色管理では無視されるその微かな色度差をも、視感と数値で見極め可能になる、ということである。

こうして、信頼できる厳密照明による従来不能な精密な測定が実現する。まさに色彩計測革命である。





● ローソクの光を測る！

fig 16-1

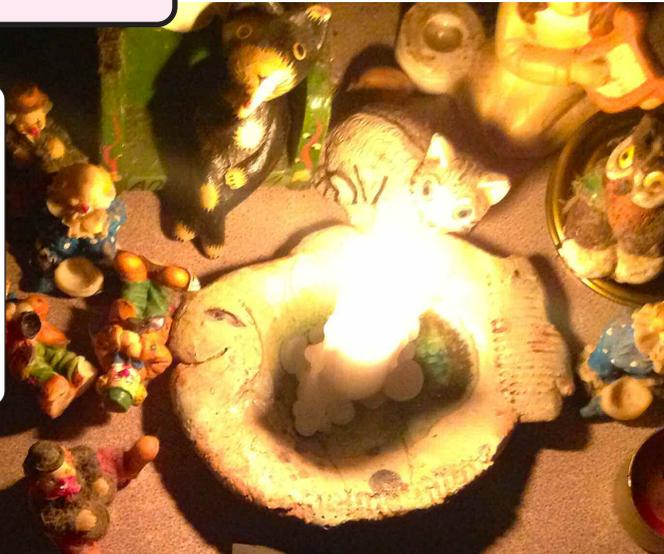
<16>

●信じられますか。

この色がローソク光でGカードの3番と同じ色に見えるとは？
しかし、部屋さえ暗くすれば何時どこでも再現可能！

画像はiPadのスクリーンショット。

等色シーンはiPhone撮影。



●視感測光法確立！

Gバランス法

- ①モニター本体の明るさ（明るさ／壁紙）を5分の1に下げ。
- ②等色フィルターはNDなし、075C/25M/30Y/A光源／反射R／「EK-CC」／Gカード3番（または2番）と近似等色。
- ③色度 $x=0.533$ 、 $y=0.390$ をZ8725付図で調べると逆数相関色温度は約540、換算表（jis色彩p.524）によれば、相関色温度は1852Kとなる。
- ④カラーメーター（下）ではK値は示されず、表示された色度 $x=0.544$ 、 $y=0.406$ の逆数相関色温度値=550、相関色温度は1818K。

検証：34度しか違わない数値差に驚く。カラーメーターの性能もすごいが、ローソクの視感色温度判定例はひょっとして史上初。ギネスブックものであろう。

・ちなみに、RWの色研究最初の試作は豆球光源内蔵の比色式視感カラーメーターであった。45年後にiPad、iPhoneで想像を超える夢のツール誕生！

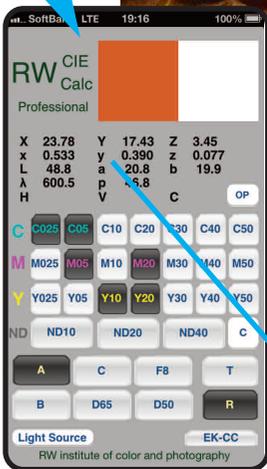


fig 16-2

$x=0.533$
 $y=0.390$
MK⁻¹=540 =1852K



$x=0.5439$
 $y=0.4061$
MK =550=1818K

fig 16-3

ナトリウムランプも！

fig 16-4

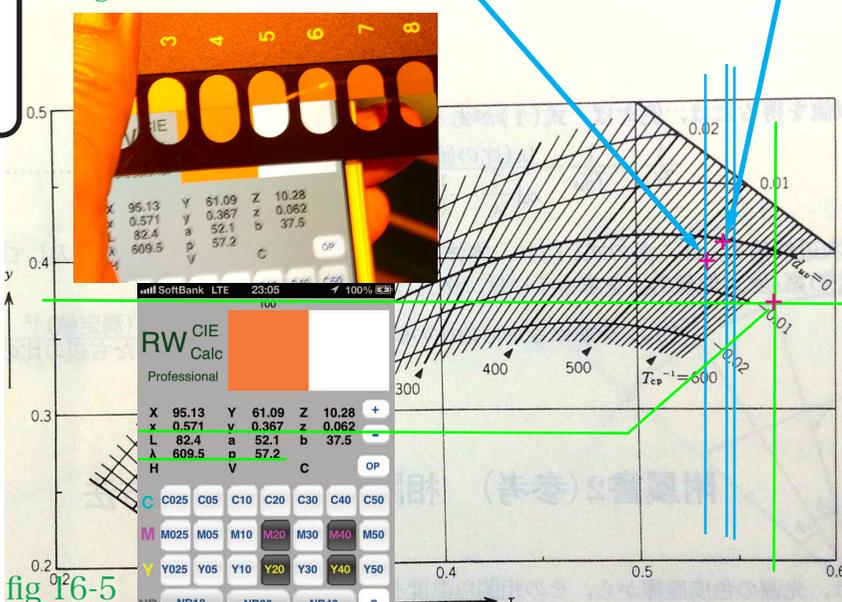


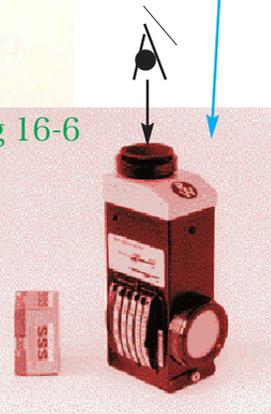
fig 16-5

付図1 CIE 1931色度図における黒体放射軌跡及び等色温度線

- ・街の発色改良型であろうナトリウムランプ：5番で近似等色のよう。
- ・主波長λ 609.5nm、刺戟純度p57.2%。色度xyはここでもスケールアウト。その難物もこのとおり組板にのる。「Block」／A光源。光源色もオールマイティ。眼も凄い。

— Z 8725 —

fig 16-6

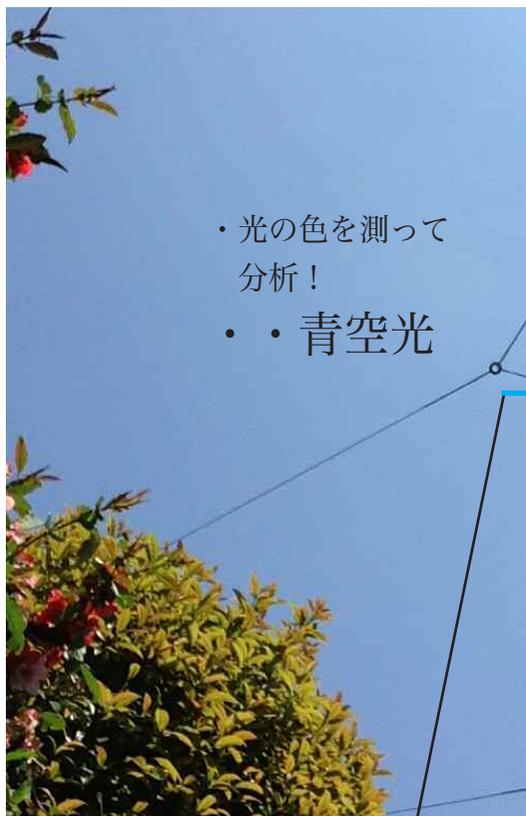


・まずは光色の実証研究を視感カラーメーターを試作（1969年）：豆球で5500kと3200kに切り換えて基準光とし、入射光と視感等色させて光色判定とLBフィルター選択をおこなう。（実新登録第1035692号／1974登録。）





fig 17-1



- ・光の色を測って分析!
- ・青空光

iPod、そして眼で
史上、はじめて捉えた
光色 XYZ!

fig 17-2



・D65ボタンと、
等025CMY+25MでGカー
ドと等色。

fig 17-3

<17>

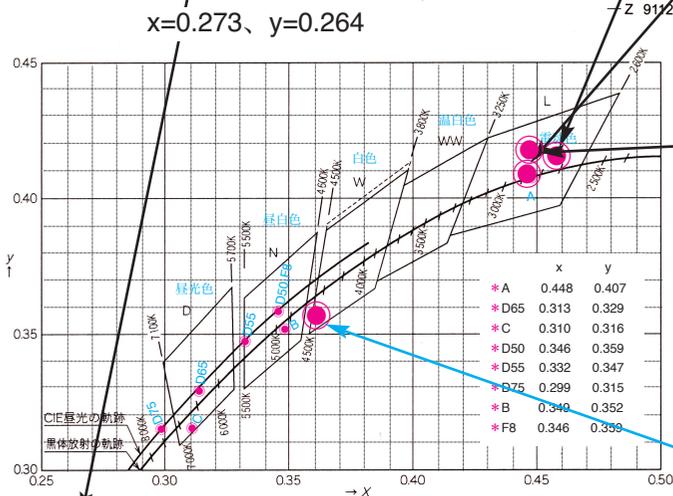


●カフェ奥にて

照明はタングステンとLEDのミックス光？
A光源/40ND/R、±調整で近似。op xy graphでは、
 $x=0.457$ 、 $y=0.415$ 、近似色温度K
は2700K強といった具合。

fig 17-4 JIS Z9112の
付図による色温度検出

(・付図はアプリのopボタンで呼び出し可能。)

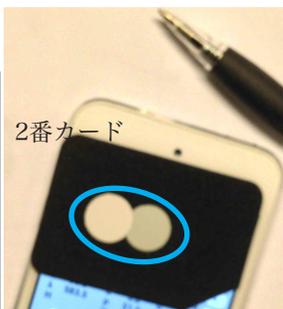


付図 1 xy 色度図上における蛍光ランプの光源色の色度範囲

☺ 快晴の昼どき、その青空光の主波長λは
465nm。色度は $x=0.273$ 、 $y=0.264$ 、この図
ではスケールアウトするが、他の図でどうや
ら、約13 000kあたりのようであった。

・別の日、カフェの窓際のカクテル
光線。Gカード2番でB光源と近似等
色したフィルターは
10ND+025Y+025M。色度は
 $x=0.362$ 、 $y=0.357$ 、色温度は約
4500Kあたり。

fig 17-5



$x=0.444$ 、 $y=0.417$
ダイニングにて、2番カードでも、
4番でもほぼ一致。A光源のすぐ傍、
パルック電球色蛍光灯製品表示値=3
000Kにほぼ一致する。

fig 17-6

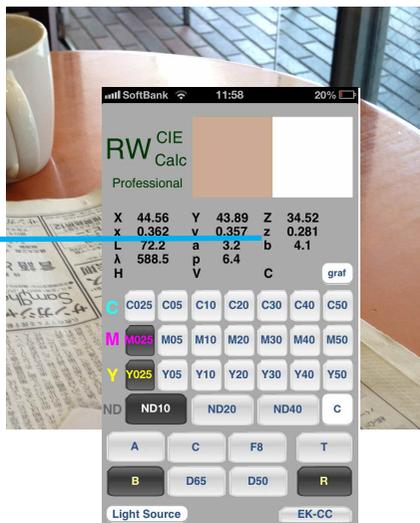
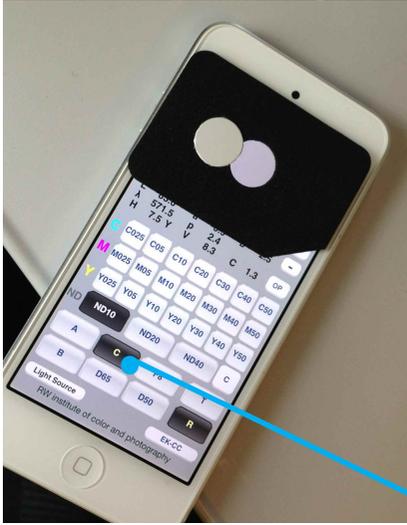


fig 17-7



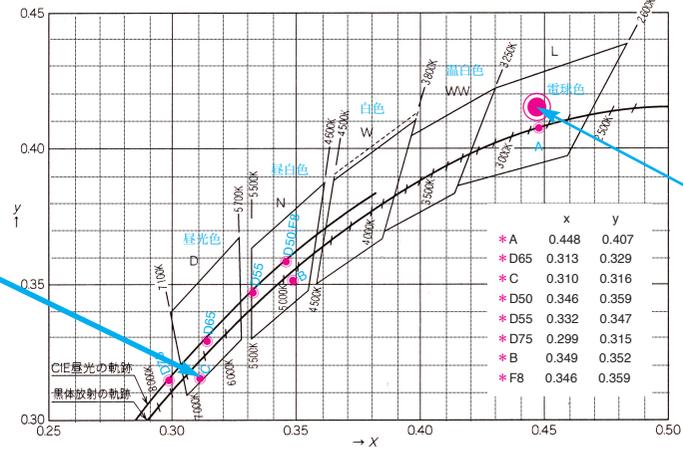
fig 18-1



● C光源/10NDで近似。ということ
はC光源近似。
色温度は6774K。モニタ計算色度xy
はx=0.314, y=0.322近似。

<新幹線車内のテーブル上にて>

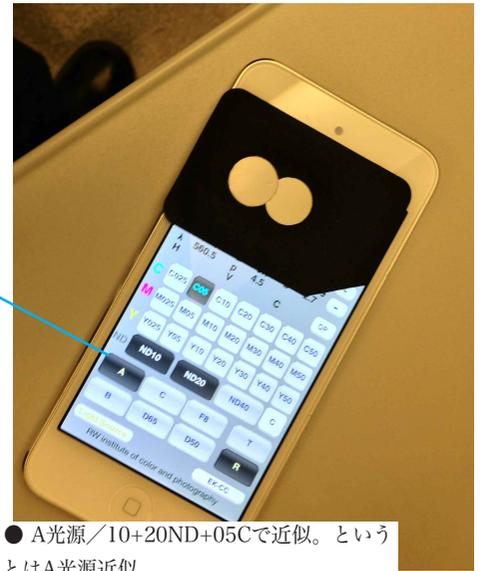
左 (午後1時半、駅停車中、南窓際)、右 (夜間、通路側)
-Z 9112-



付図 1 xy 色度図上における蛍光ランプの光源色の色度範囲

fig 18-2

<18>

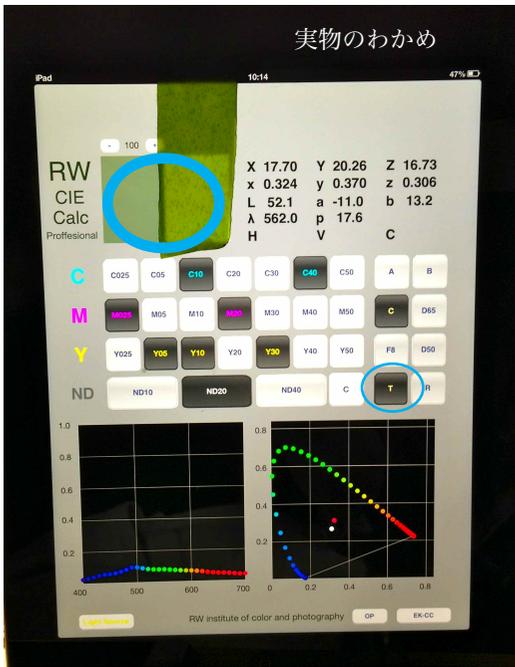


● A光源/10+20ND+05Cで近似。という
ことはA光源近似。
色温度は6774K。モニタ計算色度xyは
x=0.444, y=0.417近似。

4. 透過色判定

● ワインもわかめ、ディスプレイ色も厳密色判定！

fig 18-3



(注：未等色。どう調整？色感、調色のトレーニングに最適。)

■ 透過色判定の基本

- ① モニタ発色部の明るさ：透過判定は本体の明るさを変えても数値は変わらない。明るさは自由。(fig18-5)
- ② T/Rは「T」を選択。③ 「EK-CC」、「Block」モードも自由。
- ④ 光源設定：A,B,C,D50,65,F8 のどれかを選択。(TではHV/Cは表示されない。)
- ⑤ ホワイトスペースの透過体試料を発色部と隣接させ、フィルターボタンで透過体と色が等しくなるよう調整。色あわせは大きく動かして戻すのがよいかもしれない。
- ⑥ 混色：・CMYは二色の組み合わせでC+M=B, C+Y=G, M+Y=Rが、一方を半減すれば中間色相が得られる。(fig13-1) ・濃度を上げる(色を濃くする)には無彩色のND(10,20,40)、等CMY(10C+10M+10Yなど等CMY量)を追加。CMYデータを整理し置換してみる。⑦等色状態を撮影し、スクリーンショットも保存。メモ不要で全データが保存でき大変便利である。



fig 18-4

・フィルター値を整理、置換すると、
このように要約、置換ができる！
・純色量 25C+20Y
・無彩色量 50ND
(要約、置換しても明るさYとLは2ほどしか変わらず、色度xyも一致。つまりは同色ということである。)

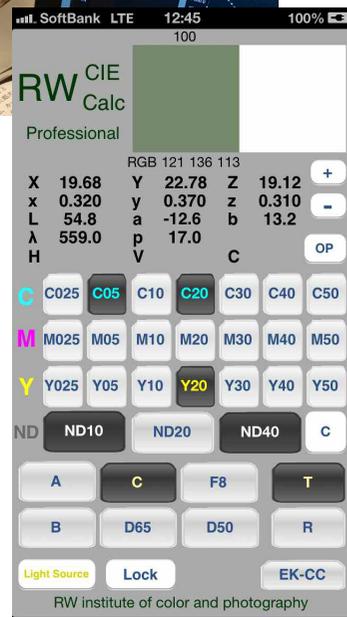


fig 18-5



透過色の場合は、モニタの明るさは最大にできる。明暗を換えても等色状態、測色値も変化しない。



● 80Aフィルターの徹底検証

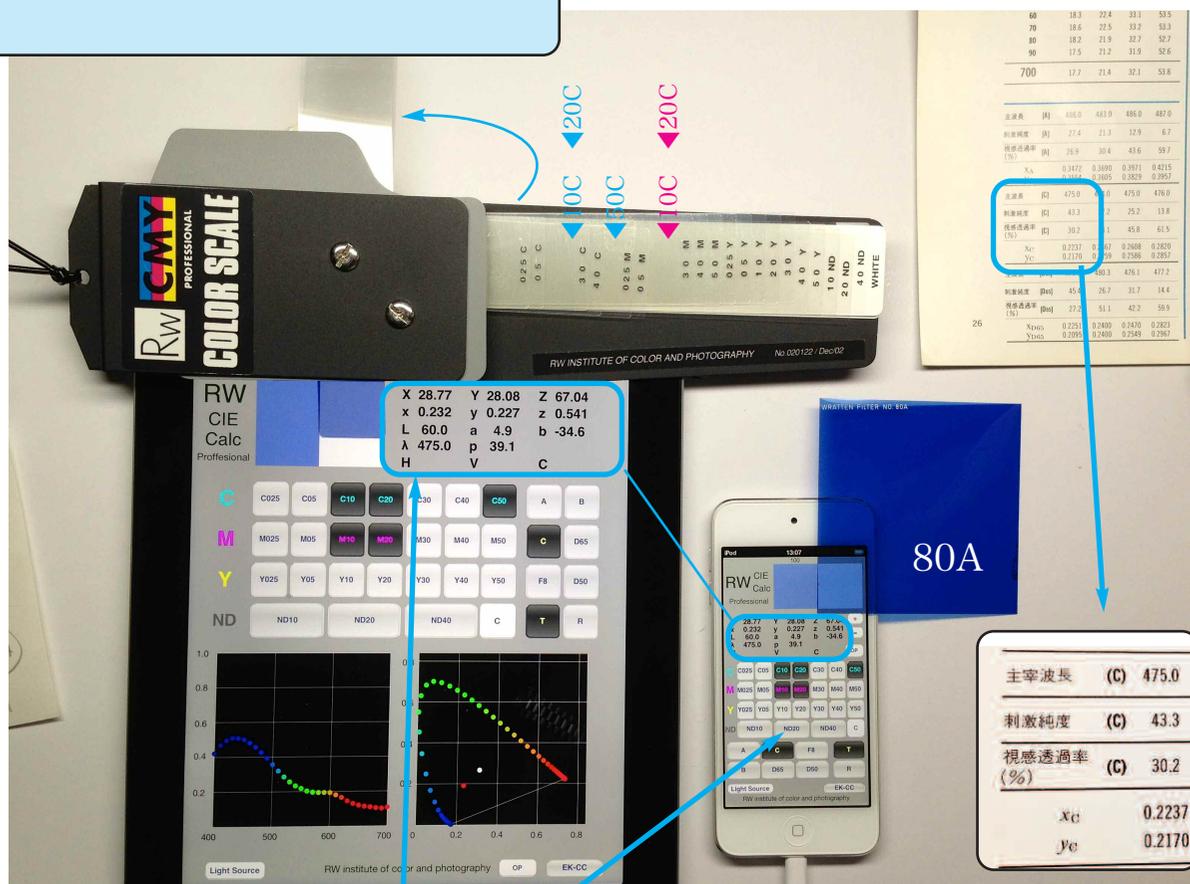


fig 19-1

・画像はすべてiPhone撮影。

fig 19-2

① 80A カタログ表示値	② 「EK-CC」 フィルター値 10/20/50C/ 10/20M/ T/C	③ 「Block」 フィルター値 05/20/30C/ 05/30M/ +20ND T/C
主波長λ (C)	475.0	475.0
刺激純度p (C)	43.3	39.1
視感透過率Y (C)	30.2	28.08
x/c	0.2237	0.232
y/c	0.2170	0.227

fig 19-3



・「Block」モード

●ここでは、色特性が明確なEK社製「80A」(タングステン光を昼光に変換する色温度変換(LB)フィルター)を発色部に隣接するホワイトスペース部で等色させ、Tモード/C光源で判定した。

EK社カタログ記載のCIEデータ①に対し、「EK-CC」モード計算②では主波長λがびたり。刺激純度は4.2%、視感透過率Yも2.12%低いが、xは.0083、yは.01しか違わない。色もきわめて近似している。fig19-1

一方「Block」モードにしてみると、③のように視感透過率Yが4.5%ほど高い分、モニター側が明るい、他のデータはほとんど一致し、色度はxが.003、yが.002しか違わず、まったく違和感がないという衝撃の結果である。

どちらにしても、80Aフィルターは①、②の組み合わせフィルターと色特性は等価といってよい。

実物フィルターとモニター発色、さらに代換えフィルター色との近似等色、モニター計算値とカタログ値との違いをこのように視感とともにミクロン単位の数値で実証し検証できるなどはきのうまではまさに夢物語。そもそも光色判定も、透過色判定も実際的にできない状態にあったのである。このように精度高く計測し検証可能になったことは、色彩学上、色彩計測学史上、まさに史上初の画期的イノベーションといってよいであろう。





色彩学のIT革命！ だから色が合う！ 数値と色、その整合性の証明 1

＜原器CCフィルターとモニタ発色＞、＜計算数値とカタログ表示値＞の徹底検証。

<20>

fig 20

①～⑬

① カタログ表示値

489.0	λ
1.7	p
88.0	Y
0.3058	x
0.3156	y

②

487.5	λ
4.1	p
85.1	Y
0.2997	x
0.3135	y

③

486.4	λ
8.8	p
78.9	Y
0.2882	x
0.3084	y

④

486.3	λ
12.8	p
74.8	Y
0.2786	x
0.3044	y

⑤

485.6	λ
20.2	p
66.7	Y
0.2609	x
0.2950	y

⑥

●モニタ発色 (C光源/左) と原器EK社CCフィルター色 (右) そしてモニタ計算数値とカタログ数値 (C光源データ) は衝撃的に一致!

単なる色モノサシを超え、マイクロメーター的精度で厳密測色と分析が可能になる<RW色彩工学>の性能と精度を証明!

547.5c	λ
7.4	p
77.9	Y
0.3114	x
0.2986	y

⑦

547.5c	λ
7.4	p
77.9	Y
0.3114	x
0.2986	y

⑧

551.2c	λ
14.5	p
67.1	Y
0.3104	x
0.2808	y

⑨

550.3c	λ
28.2	p
49.9	Y
0.3112	x
0.2467	y

⑩

571.5	λ
9.5	p
90.1	Y
0.3239	x
0.3382	y

⑪

571.2	λ
18.8	p
89.1	Y
0.3369	x
0.3597	y

⑫

571.2	λ
28.4	p
88.2	Y
0.3506	x
0.3816	y

⑬

571.2	λ
42.0	p
86.9	Y
0.3699	x
0.4131	y

(・撮影はすべてiPhoneによる。)



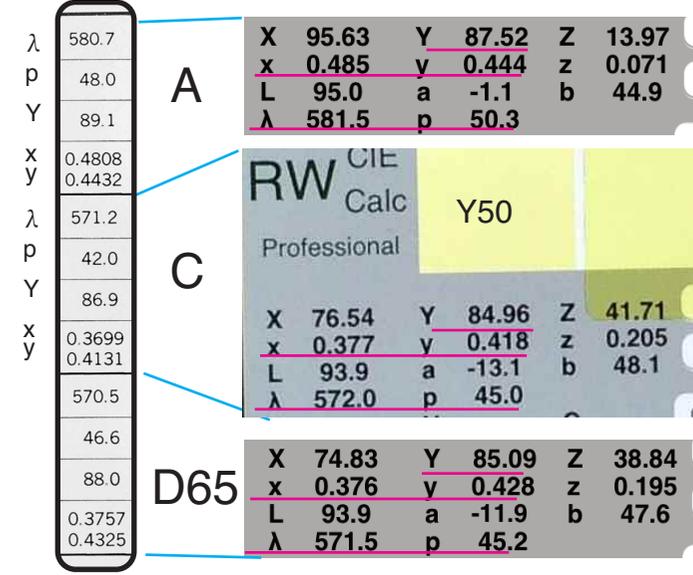
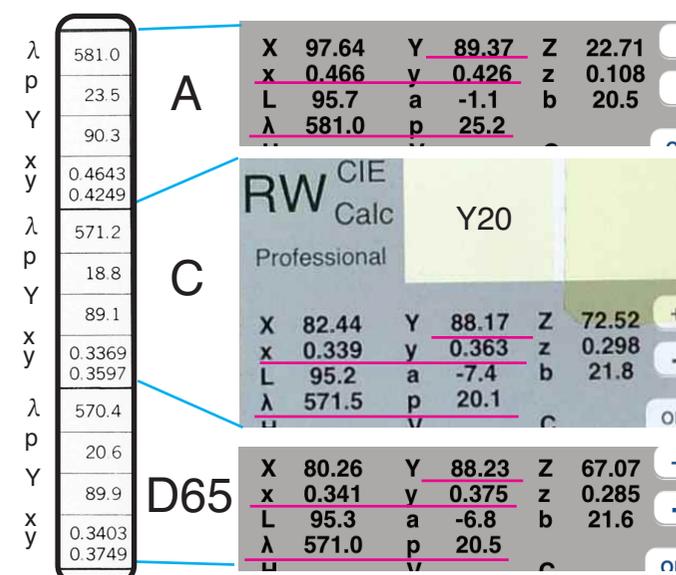
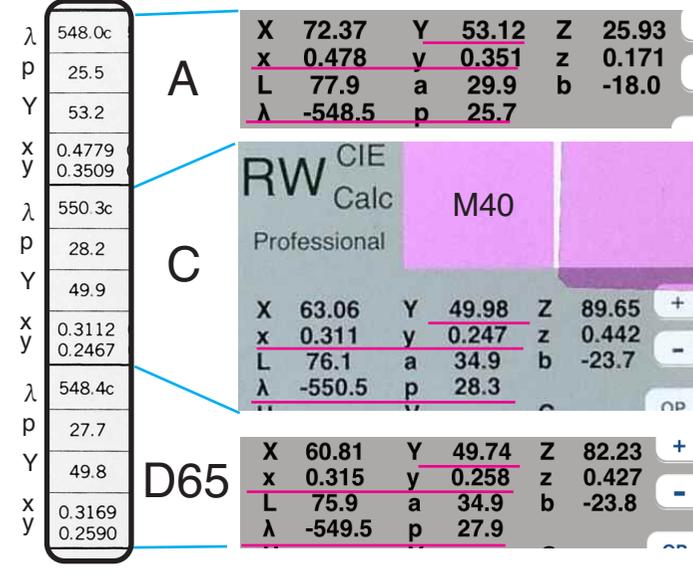
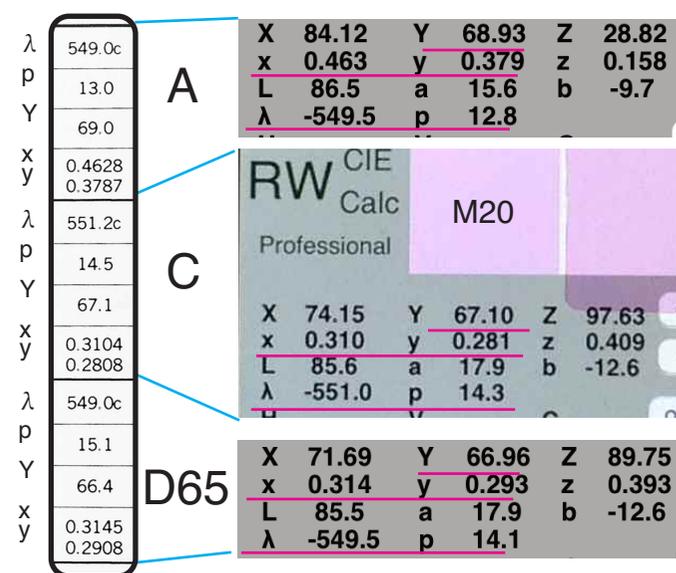
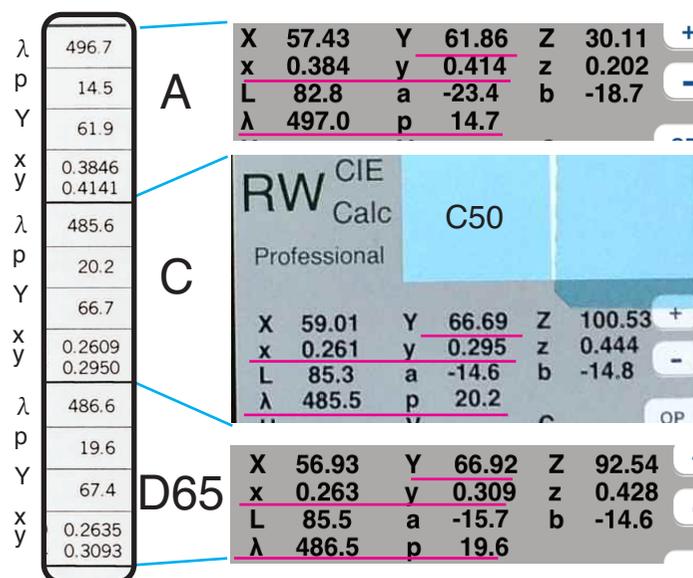
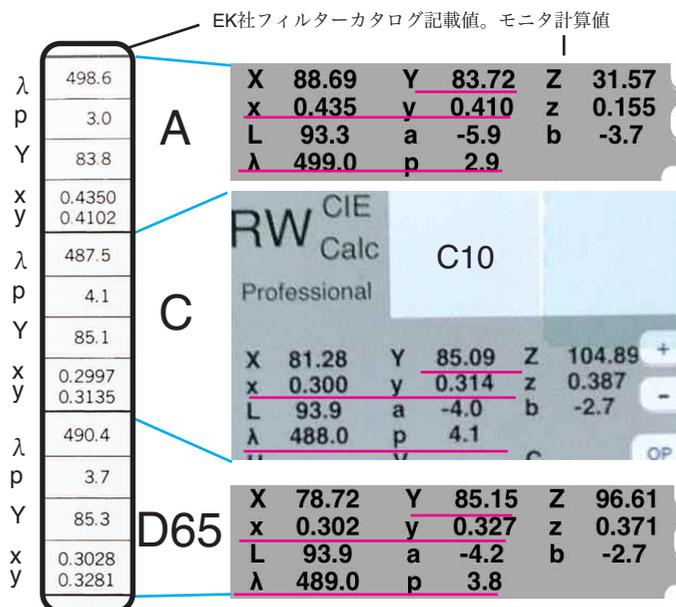


色彩学のIT革命！ だから色が合う！ 数値と色、その整合性の証明 2

<原器CCフィルターとモニタ発色>、<計算数値とカタログ表示値>の徹底検証。

<20b>

●A、C、D65光源変換値：EK社CCカタログ記載数値（主波長λ、刺激純度p、明るさY%、色度xy）との詳細検証。モニタはLab値、C光源でHV/C値を表示。数値は各光源できわめて近似値を示し、モニタ色は数値相当のフィルター近似色を発色。したがって、C光源同様、D65のHV/C計算と発色も高精度が得られることを証明。**お断り**：ただ、<デジタル色標準>は何万、何十万色もあり、したがってどこかに検証不能の計算バグがあるかもしれないことをお断りする。）





5. 反射色判定

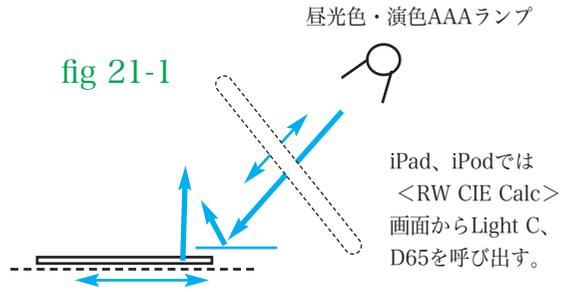
IT 色彩情報革命！その検証

<21>

■反射色(表面色) 計測の基本 ④関連 G-Calib fig 8-1

- ①R/T選択ボタン④ R (反射色) を選択。
- ②照明：マンセルHV/C検出はC (6700K) またはD65光源を使用。昼の室内自然光：北の窓際は天空光の影響でC光源に近い。南窓の室内光は6000K~6500K近似かもしれない。
 - ・厳密には<東芝FL20S-D-EDL-D65色比較・検査用D65> (昼光色・演色AAA) 等を推奨。(色温度が一致しても黄色、パープル系で標準色票と合致しない場合もあるので要注意。)
- ③Calibration：反射率が明確な無彩色でグレイバランス (fig 9~参照) した後、その位置で測色。
- ④比色はマスク使用。マスクなしでは色が違って見える。
- ⑤「EK-CC」法では等色が困難なときは「Block」法に切り換えれば、JIS色票にはない高彩度色の判定が可能。

- ・太陽直射光下では測色不可。
- ・厳密測色は昼光色・高演色AAAランプで測色。



- ・本体の明るさ調整 fig 5-4 と、ランプ距離を微調節。
- ・JIS標準色票と色が合致しない原因はランプの色質にあることが多い。・もう一つ、眼の色感がCIE標準観測者のそれと相違すると合致せず、そこで色覚相違が判明することになる。いずれにしても、カメラ撮影し、スクリーンショットを保存しておく。

●その実際 1 Hi-lite 色

fig 21-1b



●ここでは提案カタログ (1973) で使ったタバコ<ハイライト>を検証。当時の等色フィルター値<45C+10M+025Y>のモニタ計算値はHV/C=2.5PB/5.3/6、 $Y=22.08$ 、 $x=0.235$ 、 $y=0.250$ 。JIS標準色票の2.5PB/5/6部分と並べる。現物は明度を上げたのではと訝るがカタログ記載値は $Y=19.27$ 、 $x=0.2365$ 、 $y=0.2488$ とある。Vでコマ3、Yで2.81%高いからほぼびたり、xy値の完璧な一致にはあつと驚く。目をも疑う40年目の感動の検証結果となった。

ともかく、これは<数値も色も合う>という高精度システムの整合性を証明する記念碑的な証拠物件である。opから分光カーブ、色度位置もわかる。(東芝色比較・検査用D65ランプ使用。④ fig 21-1)

●その実際 2 iPad光源で<SUICA>測色！



● iPad照明で測色！
① G-Calib

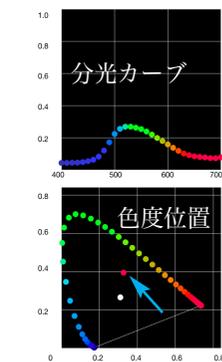


fig21-3
JIS標準色票 7.5GY色票での検証

●測色データが示すもの

② 等色

- ① iPadのLight C照明でG7番 (RWグレイサンプル) でG-バランス。④ fig 8-2-3
- ② SUICAカードと等色したボタンは、37.5C+40Y/C光源/R (反射)。
近似HV/C値は、7.5GY/5.6/7.6/C (D65光源でもHV/C値は同値。)
- ③ D65光源 (東芝6500K演色性AAA) で比較検証。Suika色とモニタ発色はほとんどびたり。JIS色票上では彩度C8位置で明るさは5と6の中間でやや6側に近い。妥当数値であるが、JIS色票では判明しない色度 $x=0.327$ 、 $y=0.470$ 、明るさY: 25.21%、主波長λ: 556.5nm、刺戟純度p: 45.8%、分光カーブ、色度位置もわかる。このシステムでは、このように色と数値の整合性すべての実証と検証が可能になる。④ fig 8-2,3

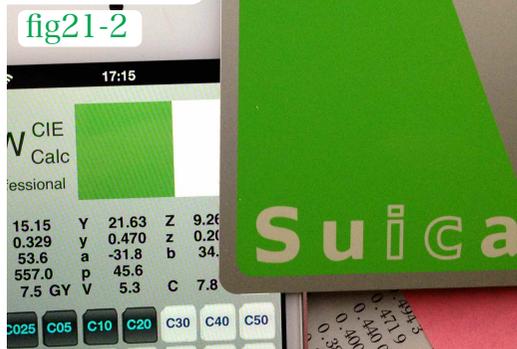


fig21-2





●測色値とJIS標準色票との比較、その整合性を検証！

●ここでも奇跡と呼びたい、JIS標準色票の色とxy数値の整合性！

<22>

・東芝D65AAA蛍光ランプ使用。・撮影はすべてiPhoneによる。

・ボタン値 25C/25M/C光源 / R / EK-CC

・HV/C値 10.0PB V4.8 / C9.8
Y17.61% x=0.257 y=0.213

・JIS標準値 10.PB V5 / C10
Y19.27% x=0.248 y=0.203

・ボタン値 同上 (D65光源)

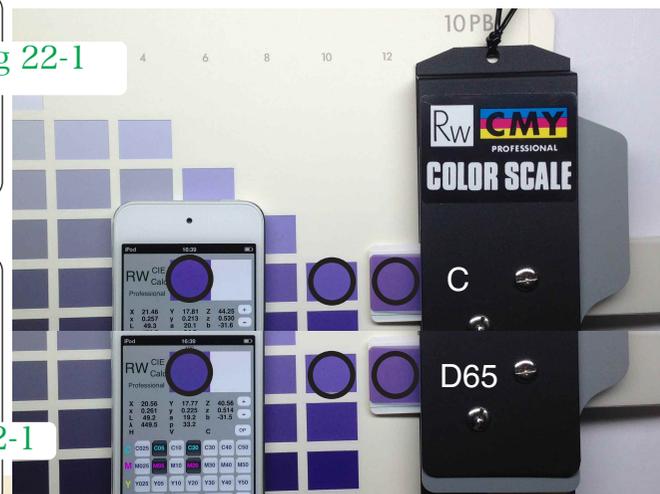
・HV/C値 10.0PB V4.8 / C9.8
Y17.77% x=0.261 y=0.225

・比較JIS標準値 10.PB V5 / C10
Y19.23% x=0.251 y=0.215 (10PB/5/10)
(参考) Y19.23% x=0.260 y=0.234 (10PB/5/8)

・東芝D65AAA蛍光ランプ使用だから、D65ボタン(下)が標準。事実下の方が近似しているが、Cボタン設定でも、色も数値も非常に近い。その整合性は最初はまさに奇跡的であった。(フィルター色は参考まで。)

fig 22-1

fig 22-1



●モニタ発色：●フィルター反射色：●JIS標準色票 三つ巴の比較！

fig 22-3

・ボタン値 50C/C光源 / R / EK-CC

HV/C値 5.0B V7.3 / C7.6

Y46.31% x=0.226 y=0.272

・モニタ発色：EK Filter 50Cの白色面上の反射色：単体フィルターの反射色は彩度が高いのでJIS標準色票上ではこのようにほとんどがスケールアウトし該当色はない。○は推定位置。



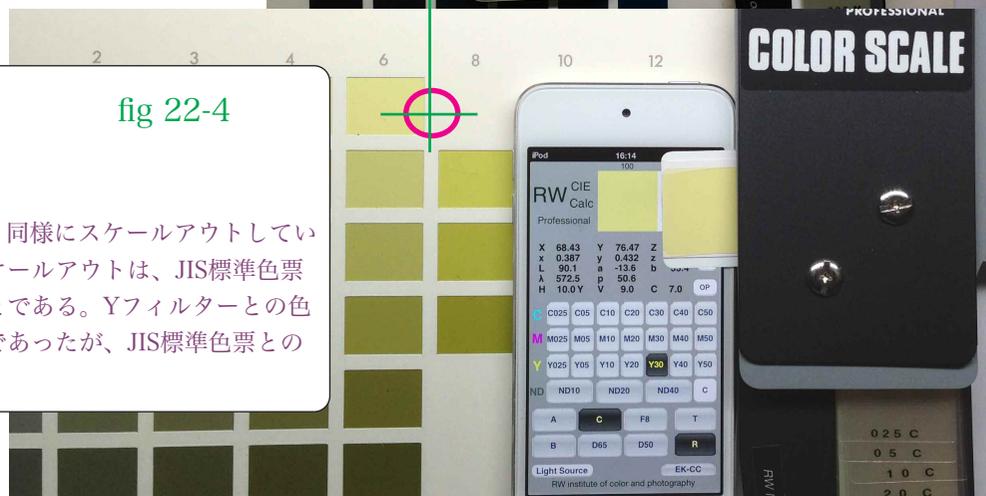
・ボタン値 30Y/C光源 / R / EK-CC

HV/C 10.0Y V9.0 / C7.0

Y76.47% x=0.387 y=0.432

・EK Filter 30Yの白色面上の反射色。同様にスケールアウトしている。○は推定位置。上の場合同様、スケールアウトは、JIS標準色票にない高彩度色の計測が可能ということである。Yフィルターとの色合致は透過色の場合と同様いまひとつであったが、JIS標準色票との位置関係は矛盾しないだろう。)

fig 22-4



・ボタン値 50M/50Y/ R / EK-CC (上C, 下D65)

HV/C値 7.5R V4.7 / C11.8 (C/D65とも同値)

Y16.82% x=0.507 y=0.338 / C

Y16.66% x=0.508 y=0.344 / D65

・比較JIS標準色票値 <7.5R V5 / C12>

Y19.27% x=0.528 y=0.339 / C

Y19.01% x=0.511 y=0.325 / D65であった。

検証：JIS標準の方が0.3V高輝度。色票側が若干明るいのは納得できる。自然光用C光源とCIE昼光D65光源の切り換えでは、D65照明だから発色はD65ボタンの方がより近い。

fig 22-5





●C光源測定とD65光源測定の比較

<23>

●ボタン値 22.5C/22.5M/C/R /EK-CC

HV/C値 10.0PB V5.0 / C7.8

Y17.81% x=0.263 y=0.223 / C その D65は

Y17.77% x=0.266 y=0.236

●比較JIS標準色票は

10.0PB V5.0 / C8

Y19.27% x=0.257 y=0.221 / C

Y19.24% x=0.260 y=0.234 / D65

検証：色も数値も非常に近い。JIS標準色票とモニタ色はD65ボタンの方が近く感じられる。

D65光源での厳密判定は、やはりD65ボタンが正解が実証されているようである。



● C光源判定 (上)

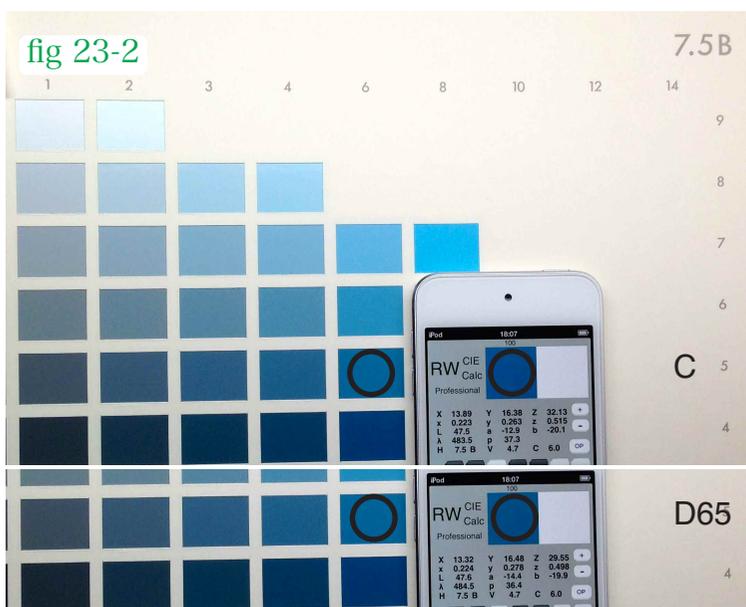
・ボタン値 57.5C+05M+025Y/C /R / EK-CC

HV/C = 7.5B V4.7 / C6.0

Y16.38% x=0.223 y=0.263

・ C光源色票記載値 HV/C = 7.5B V5 / C6

Y19.27% x=0.225 y=0.261



● D65光源判定(下)

・ボタン値 同上

HV/C = 7.5B V4.7 / C6.0

Y16.48% x=0.224 y=0.278。

・ D65色票記載値 HV/C = 7.5B V5 / C6

Y19.41% x=0.226 y=0.276。

いずれも明るさはV0.3の違い。xyは間違いのない超近似値を示す証拠物件。やはりD65が近い。

● C光源判定 (左)

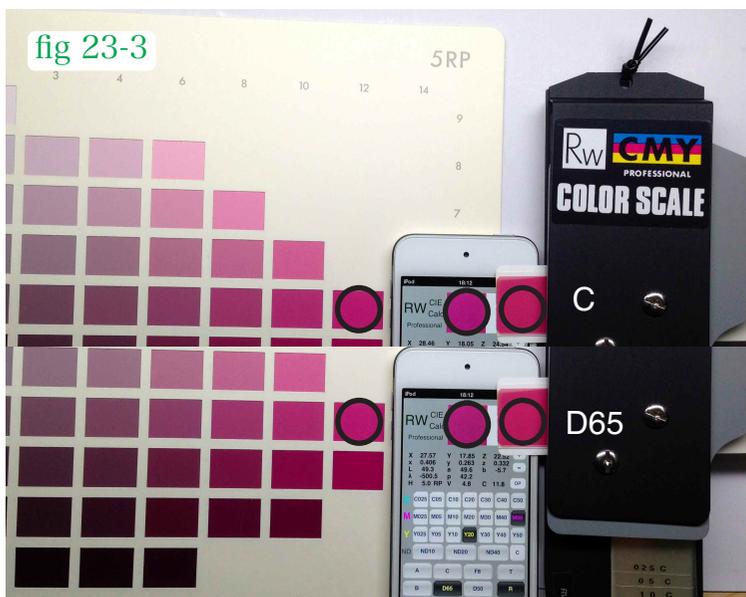
・ボタン値 50M+20Y/C / EK-CC

HV/C値 5.0RP V4.9/C11.8

Y18.05% x=0.401 y=0.254

・ C光源色票値 5.0RP V5 / C12

Y19.27% x=0.402 y=0.252



● D65光源判定 (右)

・ボタン値 同上

Y17.85% x=0.406 y=0.261。

・ D65色票値

Y19.06% x=0.408 y=0.261

● 明るさの相違は1%ほどとはいえ、その整合性には驚きがある。ここでも、照明はD65であるので、D65がより近いが、一般的にはCでも実用範囲にあるといってよいだろう。



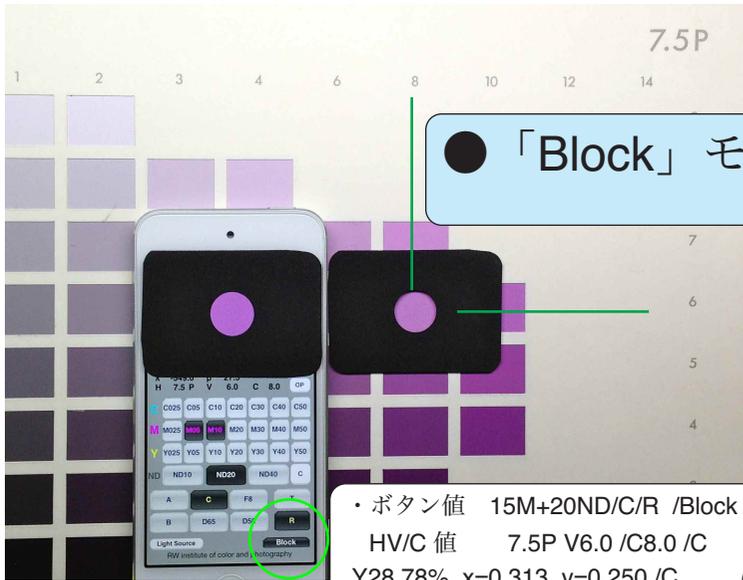


fig 24-1

● 「Block」モード測定

・ボタン値 15M+20ND/C/R /Block
 HV/C値 7.5P V6.0 /C8.0 /C
 Y28.78% x=0.313 y=0.250 /C
 Y28.58% x=0.318 y=0.260 /D65
 Y29.30% x=0.310 y=0.250 /C
 Y29.18% x=0.314 y=0.261 /D65
 JIS標準色票値との一致、「Block」も色、数値整合性も高精度！



fig 24-2

<24>

・ボタン値 ミロGと同じ。 72.5C+32.5M+47.5Y/C/R /Block
 HV/C値 5.0G V5.5 /C9.8 /C Y23.74% x=0.259 y=0.407/C
 HV/C値 5.0G V5.5 /C9.8 /D65 Y23.93% x=0.259 y=0.423/D65
 HV/C値 5.0G V6 /C10 Y29.30% x=0.247 y=0.418 /C
 HV/C値 5.0G V6 /C10 Y29.70% x=0.246 y=0.433 /D65
 6枚フィルター色という無謀な混色(○印)も有害吸収のない「Block」では理想の近似色をつくる。色度xy、明度も妥当であろう。

fig 24-3



・ボタン値 90C/50M/R/C /Block
 HV/C値 5.0PB V4.6 /C18
 Y15.93% x=0.157 y=0.092
 (色票に記載値なし)

fig 24-5



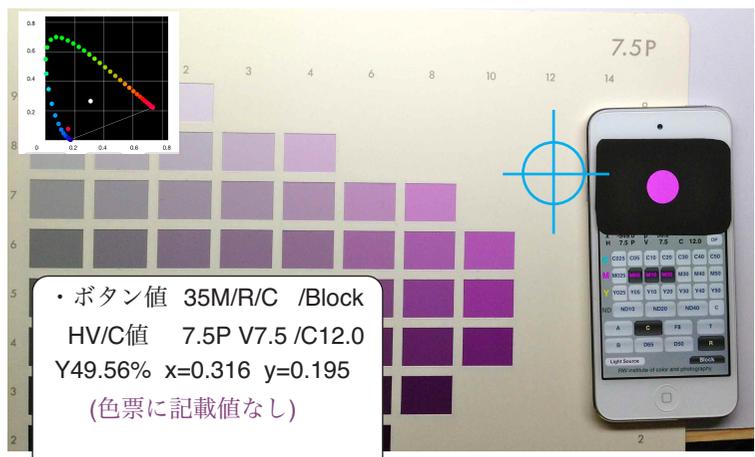
・ボタン値 10c/65Y/R/C /Block
 HV/C値 5.GY V7.0 /C12.0
 Y42.08% x=0.392 y=0.536
 (色票に記載値なし)

fig 24-4



・ボタン値 025C/15M/80Y/R/C /Block
 HV/C値 5.0Y V8.6 /C19.6
 Y67.89% x=0.483 y=0.469
 (色票に記載値なし)

fig 24-6



・ボタン値 35M/R/C /Block
 HV/C値 7.5P V7.5 /C12.0
 Y49.56% x=0.316 y=0.195
 (色票に記載値なし)

fig 24-6

高彩度色はスペクトル軌跡にきわめて近い。反射色では<幻の色>だが、スタンドグラスなど透過色、モニタ色として実在するそれらの色は<RWCMS>によって、はじめて計測が可能になる。





fig 25-2

<25>

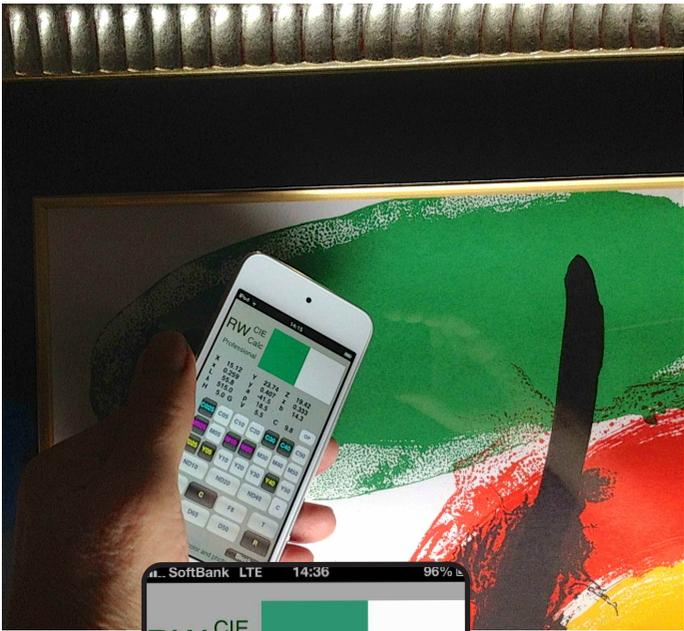
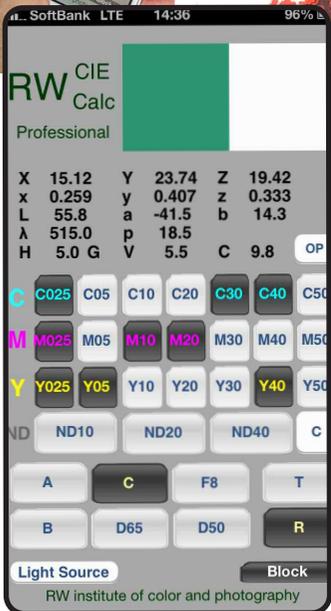


fig 25-1



IT 色彩情報革命！

その驚きの検証。

● <反射測定の実際>

3 >

ミロ (ジュアン・ミロ・イ・ファラー、1893 - 1983年) が1961年パリで刷ったリトグラフとされる4つの原色を計測してみた。

「EK-CC」では黄と赤はJIS標準色票、スケールアウトするが、「Block」法によればこれまでできなかった高彩度色の詳細データが得られる。(光源：東芝昼光色D65 演色AAA色比較検査用を使用。)

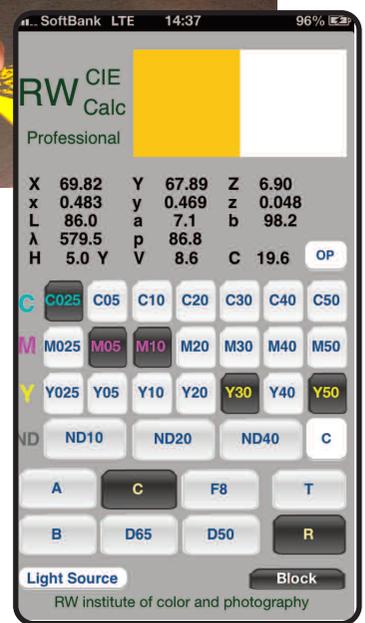
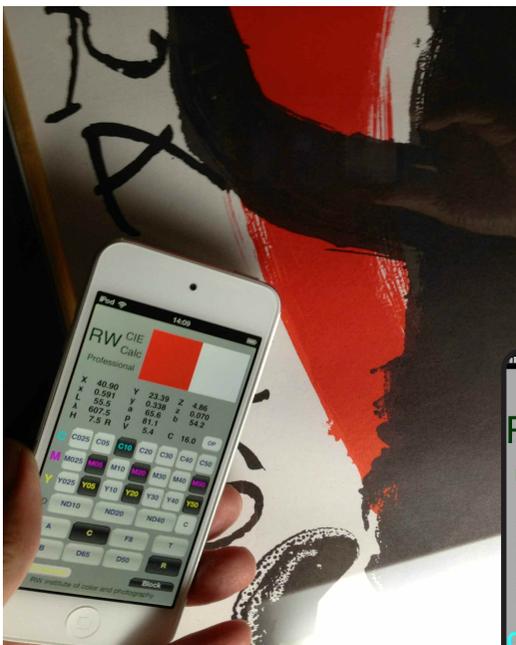


fig 25-3



アクリル顔料入りで、厳密測色ができたとはいえないが、JIS不凹純色票との照合、カメラ検証で、p.26のように、詳細な測色値がだせる。

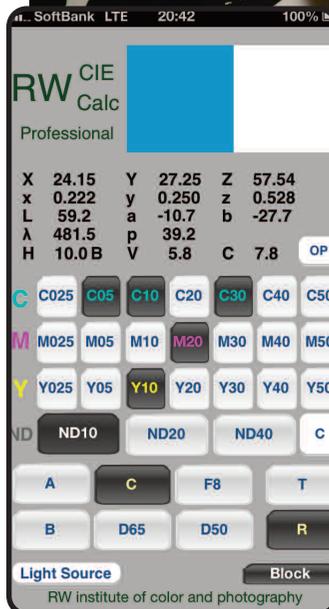
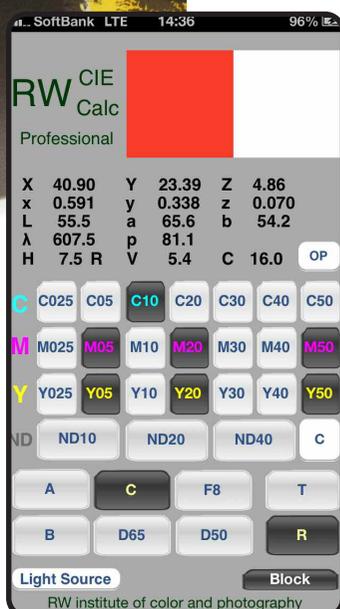


fig 25-4

Lab値はPhotoshopのカラーピッカーに打ち込めばデジタル色にできる。ミロがマグ画廊1961展でつけたこの4色で作品をつくってみたい欲望に駆られた。

☞p.27



fig 26-1

●色相名の
見出し方

得られたxy値、
あるいは主波長λ
から色相名がわか
る。(JIS付図11.3)

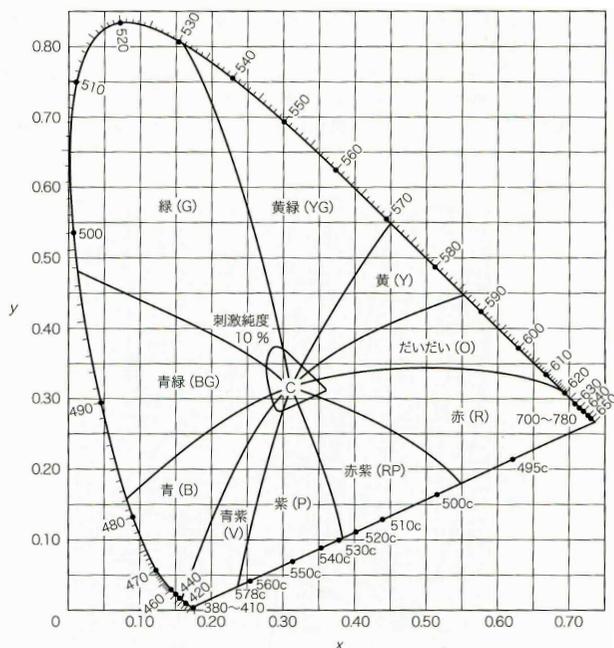


図 11.3 2度視野XYZ系による色度図(主波長及びその色相名)

— K 0102 —

fig 26-2

表 11.2 主波長及びその色相名

主波長 nm	色相名	略号	主波長 nm	色相名	略号
498c~700~618	赤	R	498~482	青緑	BG
618~586	だいだい(橙)	O	482~435	青	B
586~571	黄色	Y	435~400~578c	青紫	V
571~531	黄緑	YG	578c~528c	紫	P
531~498	緑	G	528c~498c	赤紫	RP

	主波長λ	HV/C	CMY量	無彩色量	純色量
MIRO-Red	607.5nm	7.5R 5.4 16.0	10C+75M+75Y	10CMY	65MY
MIRO-Green	515.0	5.0G 5.5 9.8	72.5C+32.5M+47.5Y	32.5CMY	40C+15Y
MIRO-Blue	481.5	10B 5.8 7.8	45C+20M+10Y	10CMY	35C+10M
MIRO-Yellow	579.5	5.0Y 8.6 19.6	025C+15M+80Y	025CMY	12.5M+72.5Y

fig 26-5 ・ミロ4原色の主波長λ、HV/C、CMY量、無彩色量、純色量。

通常は、測色データを得ても、そこで行き止まりとなるが、RW先端色彩学はそこからが面白くなる。さまざまな分析や展開が可能になるからだ！

●主波長λ：CIEでは色相を光の波長であらわす。色相と略号はJIS 図 11.3でわかる。ミロレッドは608nm/R、ミログリーンは緑/G、ミロブルーは481.5nm、青と青緑の境界にある。ミロイエローは579.5/黄色/Y。

なお、虹色の数は本来は百人百称あるが、CIEとJISに準じた正規のスペクトル色は青紫V、青B、青緑BG、緑G、黄緑YG、黄色Y、だいだいO、赤Rの8色となる。(fig 26-1)

馬蹄形の底辺はスペクトルにないVとRの混合色であるマゼンタ系の紫Pと赤紫RPが並ぶ。緑の反対側にあるので主波長λは補色主波長としてマイナス記号または補色 (complementary color) のcが付される。

●刺激純度 p：ミロGとミロBは、刺激純度 pも反射率Yも低いので「EK-CC」でも同色がつくれる。しかし、高彩度のミロRとミロYはJIS色標準色票にもスケールアウトしてない。マンセル法では通常はわからないHV/Cも見出せる機能があるということである。



fig 26-3



fig 26-4

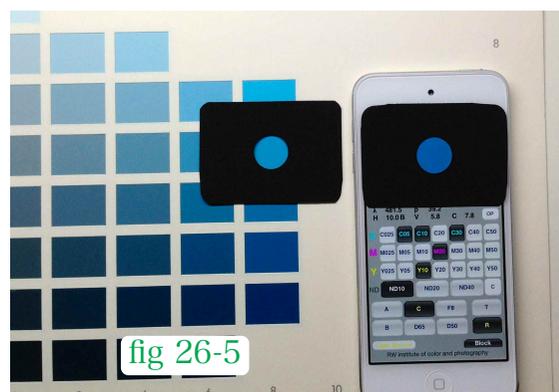


fig 26-5

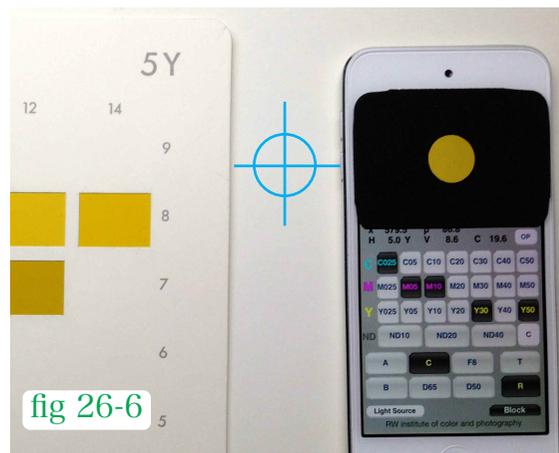


fig 26-6

眼を満足させる”ミロ4つの色”を分析！

fig 27-1 ・ミロ4原色の刺激純度p, Y,x,y

	刺激純度 p	Y	x	y
MIRO-R	81.1	23.39	0.591	0.338
MIRO-G	18.5	23.74	0.259	0.407
MIRO-B	39.2	27.25	0.222	0.250
MIRO-Y	86.8	67.89	0.483	0.469

「Block」法の出番である。

●ミロ赤Rは、B光とG光をほぼ均等に強く吸収し、R光だけを強く反射させ、有害な吸収がなくそのあざやかさは81%とスペクトル軌跡の直近にある。

改訂版 色名小事典（色研事業社）と参照すると、色票16のローズレッド（JIS該当記号10.0R 5/13）より3ほど彩度が高いが整合性がある。

●ミロ黄色Yはもっとも彩度が高く、図でもスペクトル色に一番近いとはいえ若干のマゼンタとごく微量のシアン（025）が混じっている。同事典で色票番号75のダンディライアン（タンポポ色）に近くそのJIS該当記号は5.0Y 8/13.5とある。色相と明度HVはほとんど一致。しかし彩度Cはもっと高いが、JIS色票で大きくスケールアウトする色にも対応できるということでもある。

●ミロGはエメラルドグリーンであろう。同事典の色票番号114に近く、JIS該当記号は4.0G 5.5/9と、HV/Cもほとんどぴたりであった。

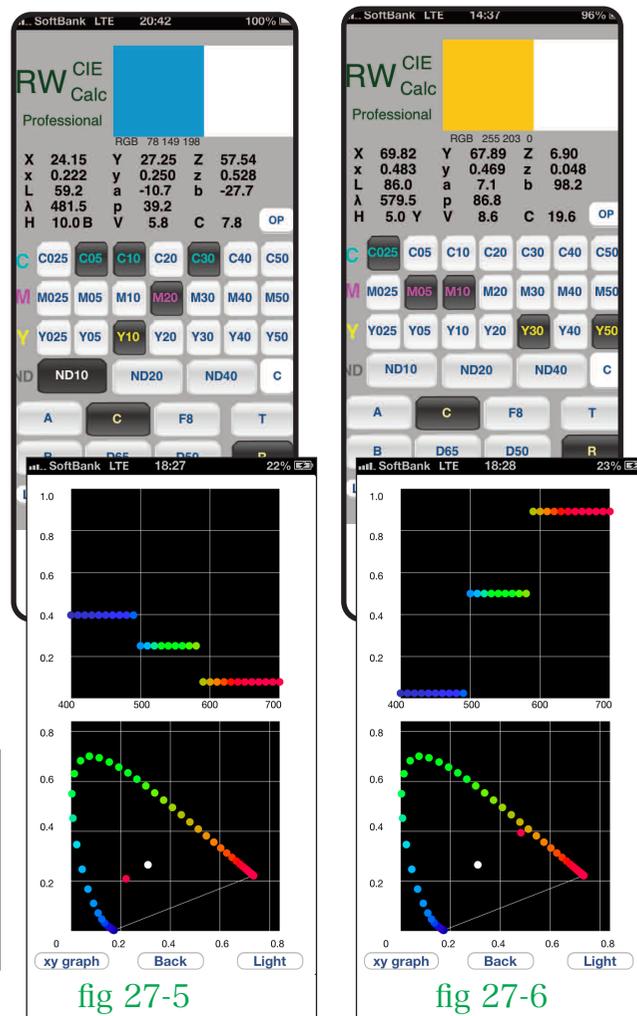
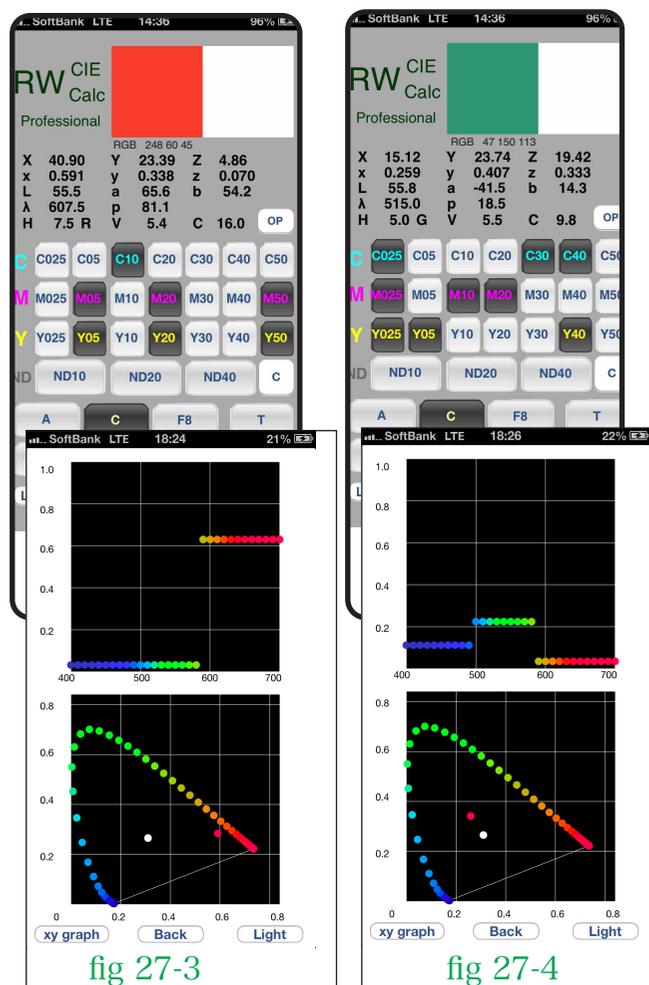
●ミロBはセルリアンブルーに違いはないだろう。小事典の色票番号145に近く、JIS該当記号は10.0B 5.5/9.5とあり、HV/Cすべてが驚くほど近い。

顔料系の色分析もこのような分析と検証がはじめて可能になるとともに、このように他の色票、資料などと連繋して総合的な色の探求が可能になり、そこから更なる新たな展開が可能になるであろう。

fig 27-2

・色名事典記載のミロ4原色の該当HV/C
 (改訂版 色名小事典 (色研事業社) 固有色名一覧より。)

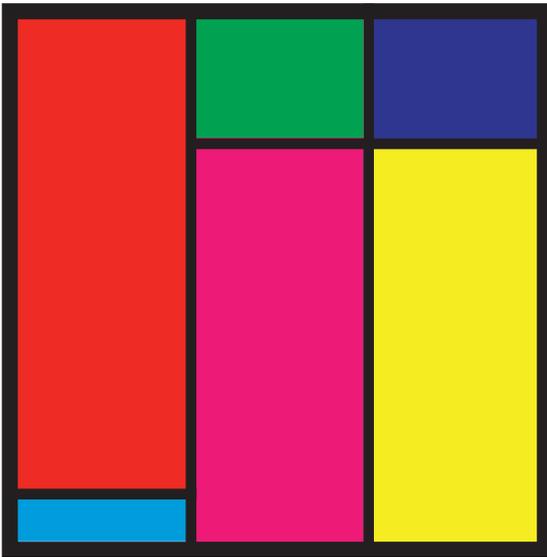
(固有色名)	(色票番号)	(JIS該当記号)
rose red	16	● 1.0R 5.0 / 13
emerald green	114	● 4.0G 5.5 / 9
cerulean blue	145	● 10.0B 5.5 / 9.5
dandelion	75	● 5.0Y 8.0 / 13.5



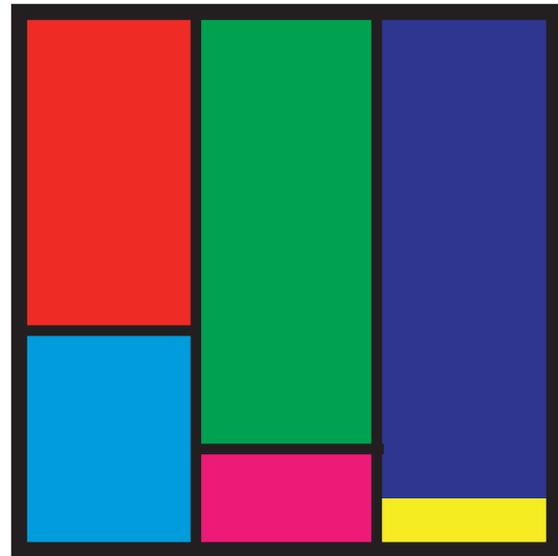


RW<Gallery>1

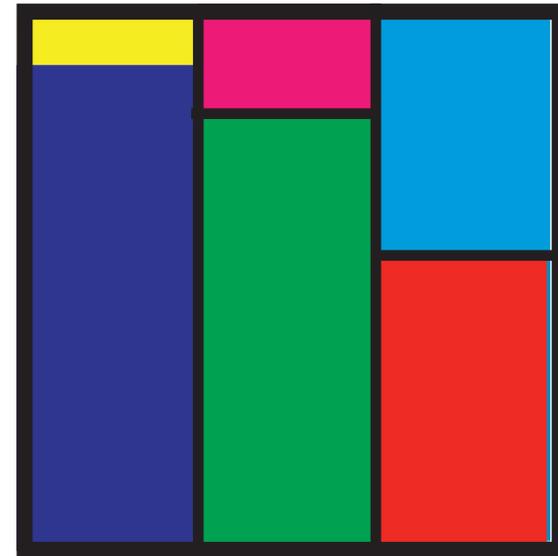
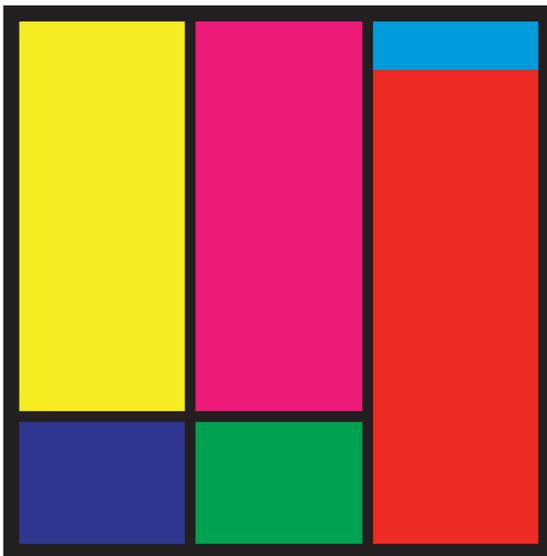
<28>



MIRO rose red



MIRO cerulean blue



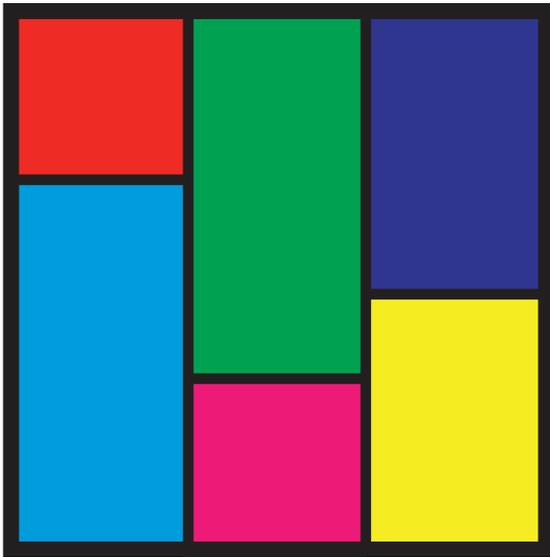
■ CMY量、RGB量判定と展開！

	CMY量	等CMY量 (無彩色量)	純色量
MIRO-Red	10C+75M+75Y	= 10CMY	+ 65M+65Y
MIRO-Green	72.5C+32.5M+47.5Y	= 32.5CMY	+ 40C+15Y
MIRO-Blue	45C+20M+10Y	= 10CMY	+ 35C+10M
MIRO-Yellow	025C+15M+80Y	= 025CMY	+ 12.5C+77.5Y

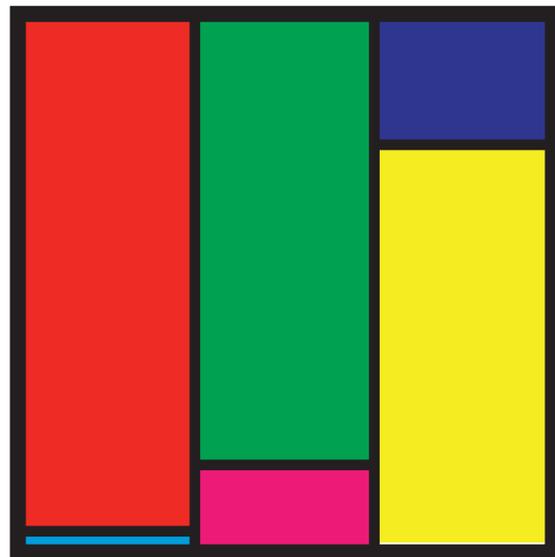
■ CMY量の分析

等色に使ったCMY値からHV/Cが見出せ、「EK-CC」モードでは類似色材の混合によって近似色が作られる減法三原色量が見出せる。しかしこのミロ版画の場合は「Block」モード測定だから、その測定色は理想の色材でしかつけない。

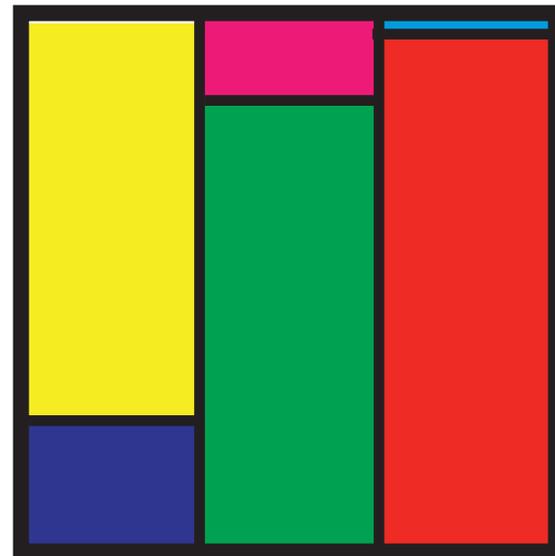
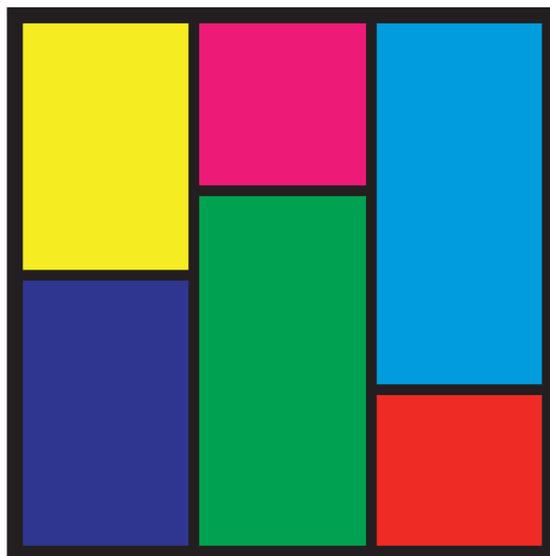




MIRO emerald green



MIRO dandelion



●等CMY量

多くの色は、総CMY量のなかに等しい割合のCMY量が含まれている。それが無彩色量である。

ミロRでは10CMY、ミロGでは32.5、ミロBでは10、ミロYでは0.25。ミロGではもっとも多く、総量の約半分が無彩色であることがわかる。これら等CMY量はスミに置き換えることができる。実際、印刷では色分解、墨版合成時に、高濃度部分の色インクの量を低減または省略する方法として、UCR（アンダーカラーリムーバブル）に応用される。昔の用語では「下色除去」である。

●純色量

無彩色量を差し引いた残りが、その色の有彩色成分であり、CIE XYZ法の色度(xy)、CIE Labのabに相当する純色量である。CMYの二色または一色で構成される。

●RGB量

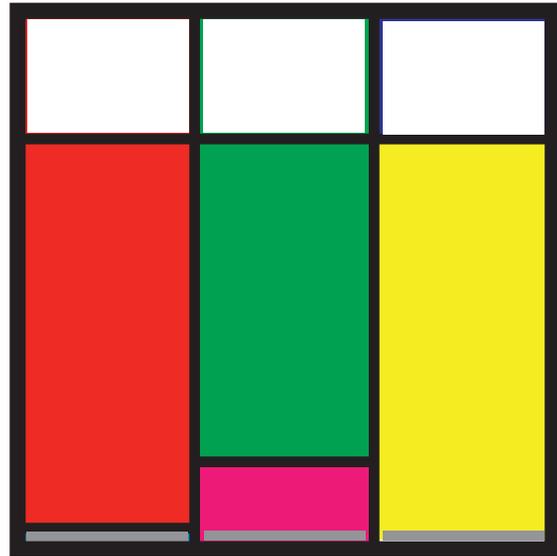
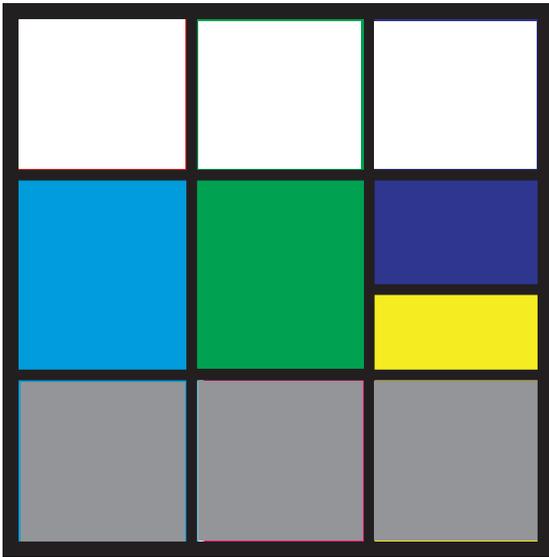
CMY量がわかればおのずからRGB反射（透過）量もわかってくる。なぜなら、一定量の白色光（等RGB光）から





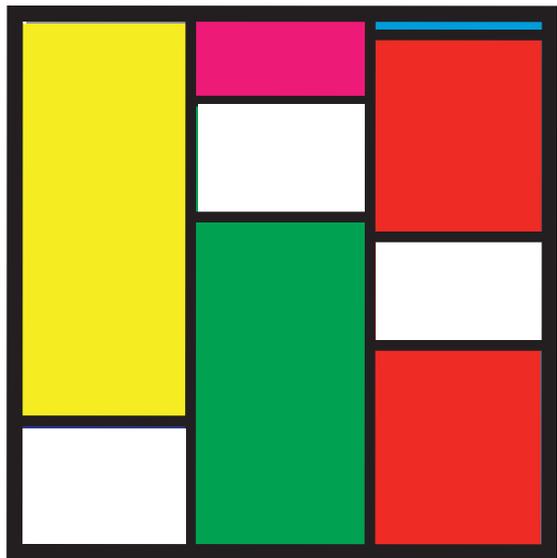
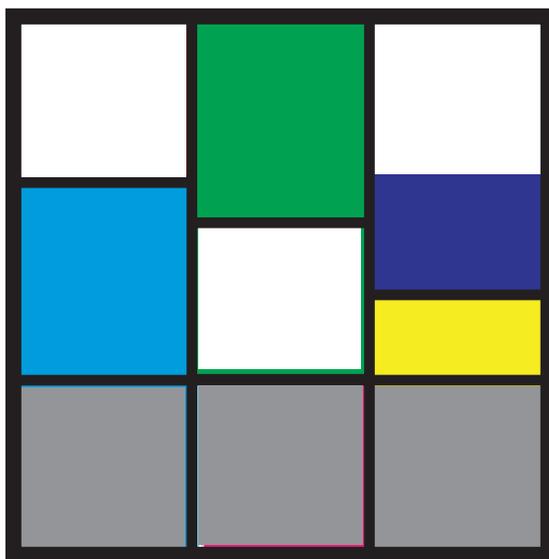
RW<Gallery>3

<30>



MIRO emerald green

MIRO dandelion



CMY色材によって吸収されない残部は反射もしくは透過してくるRGB光だからである。したがって、すべての色は、縦割りで色材のCMY量と光のRGB量に、横割りで等CMY量（無彩色量）とRGB量（白色光量）に分割することができ、UCRのような色の省略、置換も可能になる。

ミロの4つの<原色>をこの色システムの原理の応用によって、スタンドグラス状に作品シリーズとした。上下反転によって地と図が入れ代わり、また等RGB、等CMY部分を部分移動、置換、またそこでクラッシュが起きても、基本的に同じ色を表す。「新しいモンドリアン作品」である。

それはモンドリアンが渴望していたものであったかもしれない。そこには科学的、理論的な三原色の色彩原理とその法則性にもとづく数理的な色彩表現の可能性がここにあるからである。新しい色システムはこうして新しい思考を生み、知識が変わりテクノロジーが変われば新しい未来がくる。サイエンスだけでなくアートの分野でも新しい試みが続々とおこなわれるだろう。色という色のすべてがコンマ以下の数値で呼びだされ、色とともにマンセル数値もCIE数値も生き生きと蘇える。色彩学が変わればそれと連鎖し世の中も新しい未来に向けて変わっていくだろう。





6. 色覚判定

Photoshopカラーピッカーで簡単に数値 (Lab) 化可能！

史上初！スマホで色覚判定可能な色システム登場！

●その原理と方法

●視感判定とカメラ判定

そもそも、視感で色が計測できること自体が前代未聞であるから色覚判定が可能は専門家ほど信じ難いであろう。しかし、色感が標準的でないとすればどのように異なるかが至極簡単、具体的に判定できる。しかもそれはカメラ判定で科学的に実証可能になる。反論の余地はない。

●等色しない場合の原因

眼で等色している状態をiPhone撮影した場合に等色しない場合が二通りある。一つは、色温度が合致しても演色性が悪い光源ではイエロー系、パープル系で色ズレがおこったりする。そのため確実な計測には、色評価用、色検査用演色性AAA明記の光源が必要不可欠になる。

●色ズレ判定

そのような光源で眼では等色するがiPhone撮影すると等色しない場合、それが眼の色特性による等色ズレである。iPhoneの高色再現性は、P.20ほか各所で証明されているから判定は明快である。視感等色とカメラ等色両者のスクリーンショットを比較すれば眼とカメラの色感 (CIE等色関数) 差、つまりはCIE標準観測者とその眼の色感差判定ができ数値化も可能になる。☞ P.6参照。

●筆者の例

筆者はミロブルーのカメラ判定で従来から分かっている自分の色感相違を再体験した。fig 31-1がそれである。これはカメラ等色 (fig 25-4) より+05Mが多い。つまり筆者の色感 はカメラ色感 (CIE標準) より+05M方向にある。Y系列の色票判定でも似たような相違があった。

極め付きは、最近新しく注文したG-2カードの初点検で瞬時ピンク色に感じられたことであった。等色せず戸惑ったが、次の瞬間、それは上記体験、そして10数年遡る学生とのGバランス判定での色ズレの傾向とまったく同一であることを再認識する結果となった。カメラ判定結果は☞ fig 15-5、6。そこでは色ズレなどは全くない。このように、眼の色感相違問題は常にカメラ判定で確認することにより、測色法の欠点とならずプライバシー侵害もなく、むしろ利点となる。判定法として理想的である。筆者は10年以上もかけた超難題、色覚判定問題も測色法同様あっけなく解決した。全世界の色覚研究者が唖然とされるだろうが、それがIT色彩情報革命というものであろう。



fig 31-1

もう一つの色覚の発見！

■赤外色覚の秘密

眼で実証！

●知られていない<眼の秘密>

眼は厳密には380~780nmまで感度があるとされる。しかし400以下、700以上は感度がきわめて弱く CIE色計算でも省略されそれで通常は何も問題はない。モニタ発色でも問題はない。

ところが、植物の緑の葉っぱ (葉緑素、クロロフィル) は、緑色光感度域とは別に670nm以上に普通の物体にはない強い赤末反射がある。

だから500-600nm間にある緑色光を抑え、680以上の赤末光を強く透過させるフィルターをつくれば、眼またカメラ*で、一般の物体はおおむね正常に緑の葉っぱだけがまっ赤に、まるで原始の眼のような、異次元世界を見ることが可能になる。

それは理論からも導きだすことができるが、ある日の授業でCMY三原色の解説中、三枚のフィルター (-BのNo.12、-GのNo.32、-RのNo.44a) の重合透視で発見した。<RW フォールスカラー フィルター>の誕生であった。(RWのHPご参照。)

それは現象が面白いだけではない、眼の大きな謎である。なぜ色再現にはむしろ邪魔な680nm以上の微弱赤末感度が現代人の眼に残っているのかである。それは太陽光が届きにくい海中、火山灰に覆われた地球上で、食料としての葉緑素 (海中ではワカメ、陸上の草類) を見出すために当時は不可欠のセンサーだったに違いない。視覚の非常に興味深い大きな謎である。その理由は半分は当たっているであろうと思う。

*お断り：しかし最新のiPhone、iPad、iPodカメラは感度が670nmあたりまでだったカラーフィルム同様、緑葉がまっ赤に写る効果が得られなくなった。色再現がよくなったのだから仕方がない。肉眼で、また旧型の携帯、デジカメで原始視覚を体験してはいかががであろう。原始パワーが蘇るといったら叱られるであろうか。

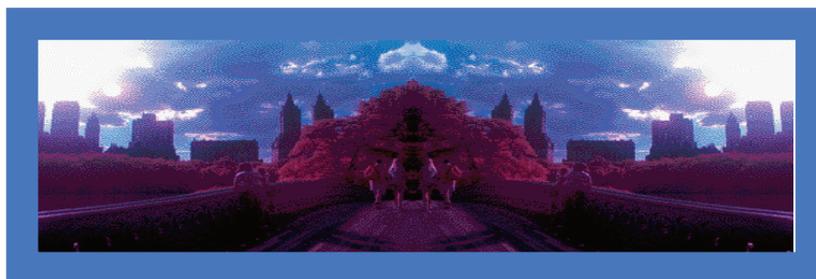


fig 31-2





・色覚関連資料：

<32>

●Lab値を使えばこんなこともできる！（2）abの違いが±数値でわかる。

●色覚判定<RW Chroma Atlas 23>の場合 （これまでのRWの色覚判定研究例）

判定原理：たとえば0.7のGカードのA色と20CMY+05CによるB色は、ある光源で同様の無色に見えるが、光源の分布または観測者（の眼の等色関数）が変わると計算値が変わるので等色しなくなる。そこで、一定光源で等色操作をおこなえば、CIE標準観測者との偏差から個々の眼の視感がab色度図上でどの方向にどれくらいズレているかの判定が可能になる。ここでは、CMYモザイク色とKインクによる印刷基準（墨版）とを比色、等色させCIE標準との偏差が判定できる。

fig 32-1

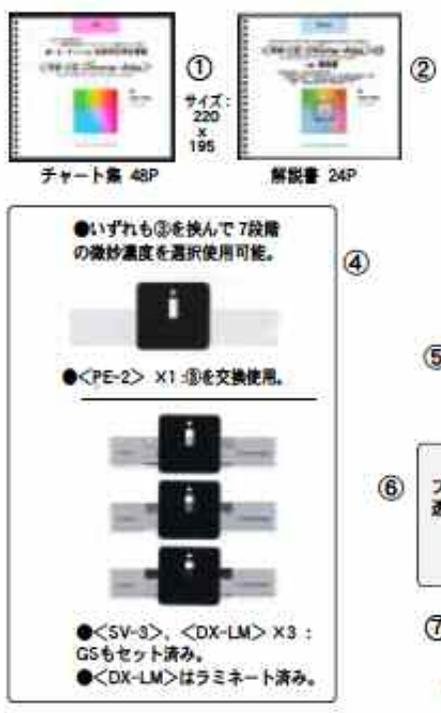


fig 32-2

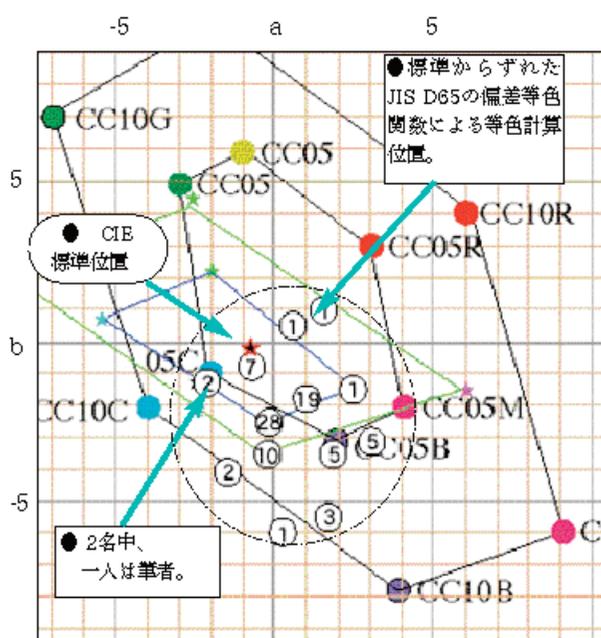
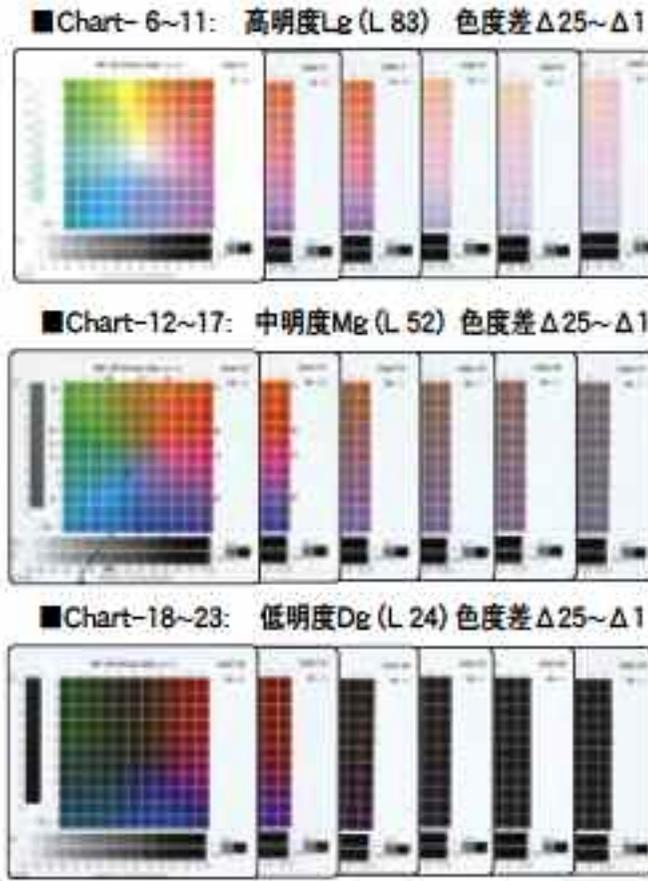


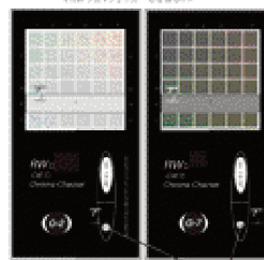
fig 32-3

プロトタイプ使用による、多摩美在学生、卒業生85名の色感分布(F8色評価蛍光灯使用) ★印がCIE標準位置。60名ほどの大多数は2~4ほどb(下)方向にずれていた。筆者から見る多数者位置は赤く、彼らから見る筆者位置は緑っぽく見えるという証言がこうして裏付けられる。(測色：日本電色 NF333)

●<RW Chroma Atlas 23>はLabを用いて高明度色 (L83) から低明度色(24)までを色度差Δ25~Δ1でつくったabモザイクチャートである。色覚判定用としたので無色位置 (ab=00) は必ずしも中心にはなく、意図的にずらしてある。

判定時に明度の等しいKスケールや無色Gスケールと等色させ、光电測色位置、多数者判定位置、カメラ判定位置との差を求めると、CIE標準観測者との色覚差が判定できる。Lab表色法によって、これまでできなかった微妙な色覚差が容易に定量的に判定可能になるということである。(1999年)

fig 32-3



●プロトタイプ <G-2 & G-7> (2001)





7. RW CMY法の予備知識

● 新モニタ<デジタル色標準>表色系が果たす役割 **fig 33-1**

割

かのニュートンも、ゲーテも、HV/Cの発明者であり画家でもあったマンセル氏も間違いなく衝撃の、これまでのHV/C法、CIE XYZ法、Lab法すべてをフル活用可能なスマホ・タブレットよるこの<デジタル色標準>の登場は、まさにIT情報革命による色彩学革命であることは、何ができるかという機能を比較してみれば瞭然となる。それは、これまでの不可能を可能にする色彩学の爆発的拡大である。☞ **fig 33-1** それはカラー写真の基礎研究の成果として生まれた。

カラーフィルムつまりカラー写真の誕生（EKコダクローム/1935）を原点にもつ、このシアンC、マゼンタM、イエローYによる減法三原色による色システムの登場は、丁度40年前、RWが1973年におこなった実際の色のものさし「RW プロフェッショナル YMCカラースケール」（別書類「色の作り方はかり方」参照）の実物提案に遡る。

残存数はわからないが、保存がよければ、今回のiPad版<Actual「EK-CC」>モードで、フィルター枚数が少ない場合は作例のようにそっくりといえるほど色が合う。多くはまだ現役で使える筈である。しかし、フィルター枚数が多くなると色が合わなくなるという問題点があった。つまり、この方法は40年前に、EK社CMYフィルターを混色原器として出発し、ここにきて、ついにその現物フィルタースケールなしにiPad、iPhone、iPodの色計算とモニタ発色により、期せずして、フィルターを使わずしてモニタ計算色がJIS標準色票と合致するという、この上ない理想の究極の色システムとして収斂することになった。

● 三原色の色概念と色の大きさ

これまで、色問題はあいまいなまま、科学的な解決がきわめて困難であったのは、色に大きさの概念なく、三原色も明確化されないこれまでの色彩学では、色の定義もあいまい、計測しても検証がほとんどできず、簡単な色の足し算、引き算からしてその混色を理論的また実証的に、<なるほど数値も、色もびたりだね>と明確に説明できる理論と方法が欠けていたからである。

しかしここでは「物体色」の構成要素を考えると、「色」は光としての要素と、色（色材）としての要素があり、これを三原色で捉えると前者はRGB光、後者はその吸収体としてのCMY色材として、つまりはRGB量とCMY量で捉えることができる。

● CMY量とRGB量、物体色をブロック法で捉える

通常、物体色は400nmから700nmにわたって10nmおきの分光カーブとして示されるが、これを**fig 34-1**のように、横軸に波長、縦軸は上方向に濃度、下方向に反射または透過量をとってCMYをブロック的にあらわすと、RとC、GとM、BとYが相対し、一方（色材量）が大きくなると、他方（光の反射、透過）は小さくなるという関係で色をとらえることができるRW CMY系は、減法混色系でありながらもこうして反射色・透過色を含め、そのCMY量とRGB量でその「光と色」の総体をとらえることが可能になる。

つまり、CMY量が多くなればRGB光の吸収が多くなって全体に暗くなり、少ないと吸収が少なく全体に明るい色となる。たとえば、**fig 34-1**のように濃度量がCMY順に多くなるとRGB順に光吸収が多くなり、反射または透過する光は、RGB順に低減された光が透過または反射して眼に入り、中程度の明るさの黄赤色に感じるようになる、といったことがこのシステムでははじめて実証的に検証が可能になる。

<RW CIE Calc>ではCMYボタンを打ち込めば、眼に入るそのフィルター色と同じRGB光（**fig 34-1**）がモニタに<デジタル色標準>として発色することによって、フィルターカタログ値、またJIS標準色票と等色することにな

	CIE XYZ	マンセル	RW CMY iP
① ツール	分光・光電色彩計	標準色票	iP+アプリ
② 顕色(視感)	×	色材	モニタ発色
③ 反射色	○	JIS 2163色	750万色超 視感+数値
④ 光源色	△	×	●
⑤ 透過色	△	×	●
⑥ 混色	×	×	●
⑦ CMY	×	×	CMY原色 ●
⑧ HVC	数値のみ	JIS 2163色	750万色超 ●
⑨ XYZ, xy λ, p, Lab	○ 数値のみ	×	● 視感+数値
⑩ RGB		×	●
⑪ 減法色計算	×	×	●
⑫ 仮想色計算	×	×	●
⑬ 仮想色発色	×	×	●
⑭ 色補正	×	×	●
⑮ 色覚判定	×	×	●
XYZ⇒色検索	×	×	将来的に ●
HVC⇒色検索	×	×	将来的に ●

●従来のCIE、マンセル両システムの足らざる部分（×印）を補ってあまりある多機能。とりわけ色覚判定までを包括するまさに画期的<実証色彩学>の誕生は色彩新時代の開幕。色彩学と色彩工学の飛躍的展開がはじまる。



る。そして、減法混色ながらデジタルRGBレベル値をも包括する。このように、このシステムは色材の減法混色とモニタのRGBの加法混色を総合的に考え、また実際に活用することができる。

フィルター色、モニタ色、標準色、物体色はそれぞれ発色の方法や性質が異なるが、それらが等色状態にあれば、最終的に眼で感じる（眼に入る）そのRGB光の強さと割合は等しい。つまり、加法混色では<一定量のRGB光>をつくり、減法混色では白色光から色材によってその構成要素であるRGB光を適量減じることににより、同一の<一定量のRGB光>をつくる、ということをやっている、そして、照明光源のRGB分布が変わると反射または透過してくるRGB光量が変わることになる、そのことがこのシステムではじめてよく理解できるようになる筈である。

ここでは6種の標準光源ごとにXYZ、xy、Lab、マンセルHVC、さらにデジタル即対応のRGB値を計算するとともに、その計算値に応じた<デジタル色標準>が発色する。厳密な計測値と厳密な色がリアルタイムで同時的に表示可能にするこれまでにない色体系史上はじめての表/測色法である。

■CIE色計算

CIE XYZ, xyY, Lab, HVCの各数値は、

①CC法「EK-CC」は、実在するCCフィルター（Color Compensating～EK社色補正）の分光透過率をもとに色計算することにより、現実の色材の三色混合に近い混色が得られ、0.025濃度単位でCIE XYZ値を計算して無数の<デジタル標準色>を発色させJIS標準色票に優るとも劣らない表/測色が可能になる。

②ブロック法「Block」は現実のフィルターにあるような有害分光吸収を含まない仮想の理想CMY原色を想定して計算される。したがって「Block」モードに切り換えると分布は曲線から段階状の分布図と変わり、扱える色空間は大きくなり、<EK-CC>では不能の高彩度色を含む理想の混色と測色が可能になる。なお、今回のiP版<Block>(fig 34-2)はClarkson & Vickerstaff/1948/提唱値（色再現工学の基礎/大田 登/コロナ社/1997）を使い上記Bを400～490、Gを490～580、Rを580～700nmとした。

●濃度は色の加算・減算が自由自在

CMY量には濃度Dを使う。濃度D（Density）は、反射率または透過率の逆数の常用対数値（表示はコンマ以下）であり、 $0.5+10=15$ 、 $30-20=10$ といった加減算が成り立つ。したがって、CMYごとに濃度Dで示せば、大きさがわかるとともに、CMYごとに加算減算が自由にできるようになる。つまり、色のメートル法的に取り扱いが可能になる。

その場合、「Block」モードでは、有害吸収による色の歪みがないのでフィルター値を置換しても、Actualモード「EK-CC」のように色度(xy)が変わらない。まさに驚くべき、理論上の純色RGB三原色による理想の加減算と測色が自在に可能になる。

■透過色/Tと反射色/R (fig 35-1)

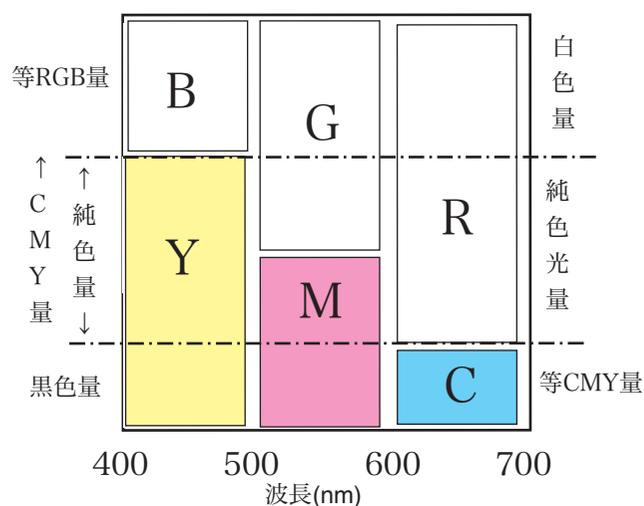
透過色/Tは光が色材（フィルター、ガラス、プラスチック）に入り吸収されずに透過し眼に入る色。また反射色/Rは光が色材内部に入り、吸収されずに反射して眼に入る色をいう。

フィルターの場合の反射色は、まずフィルターに光が入り、吸収されない光がホワイトベース上で反射されてもう一度フィルターを通過した光が眼に入る。そのため反射色は透過色濃度の約二倍として計算される。

fig 34-1

物体色

光と色の総量=RGB量+CMY量



●フィルター（色材）

・色材のCMY量は濃度Dで、反射または透過するRGB光量は反射/透過量で扱うことが可能。

・横割りの等CMY色部分（下の点線以下）が無彩色量（黒色量）、中央の点線間のY+Mが純色量。吸収されない等RGB部分（上の点線以上）の白色光、点線間のGR光が純色光が眼に入って黄赤色を感じる。

●モニタ発色

・上記のCMYフィルターと等色させた時のモニタからは、CMYフィルターで吸収されなかった上記RGB光と同じ割合のRGB光が発色して等色することになる。P.20～21参照

等色すれば、フィルター色、モニタ色いずれも、眼に入る光のRGB量（XYZ量）は等しい。なお、発色部にはRGB値が表示される。

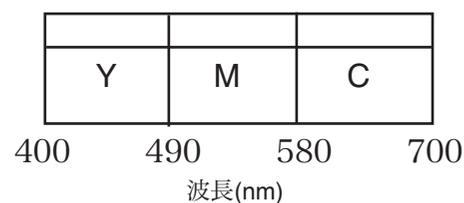
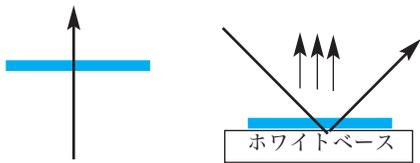


fig 34-2 BLOCKの分光範囲



fig 35-1 透過色と反射色



したがって透過色/Tと反射色/Rは、透過色/Tの濃度を二倍にすると反射色となり、反射色/T濃度を二分の一にすると透過色になる関係にある。

例題として、カラースライド色と同じ色を純白紙の上につくるにはそのスライド色の二分の一（濃度）でよく、カラープリント色をカラースライドにするにはその反射色（カラープリント）の二倍濃度にすればよいということでもある。

●現実色材の説明

fig 35-2は、50（濃度.5）の濃さの現物のCMYフィルターの色特性を示したもので図中、色で示した部分が各色材の理想の吸収域であるが、現実にはグレイゾーンで示される好ましくない有害分光吸収がある。そのために減法混色では、組み合わせられると灰色部分が加算され色が歪み彩度が低下し、高彩度な色が得られないその常識はこれまでのRW CMY法でも同じで標準色票にも高彩度色が欠け測れないのも常識であった。

そのグレイゾーンを除去した理想的仮想「Block」法による色計算により従来できなかった広い色空間で混色においても実証的にそれは何故かという問いに答えられる色取り扱いが可能になる。

●混色

混色はfig 16-1に示したように、CMY二色の組み合わせで $C+M=B$ 、 $C+Y=G$ 、 $M+Y=B$ 、比率により中間色相ができ、色相は6、12、24、48、96色相と増加し色環ができる。

三色の組み合わせでは等CMY部分が無彩色となり、その分、彩度と、Y%（XYZのY値）が下がり色が暗くなる。fig 12-3

・NDボタン

ND(Neutral Density、中性濃度、色フィルターでいえば等CMY量)。現実のNDフィルターは有害分光吸収があり、「EK-CC」モードでも分布カーブは若干波をもつ。fig 12-3

「Block」モードではNDの理想的な分布は横軸に平行となり、純色を歪ませない。CMYも有害分光吸収をもたないから、等CMYは完全なNDと同じになる。

・標準光源A,B,C,D50~65、F8の切り換え

CIE XYZ系では上記照明を切り換えて色測定ができるのと同様、<RW CIE Calc>でも光源ボタンの切り換えでXYZ計算値とともに、どのように色が変わるかが示される。fig 11~、12~

・Light Sourceボタン

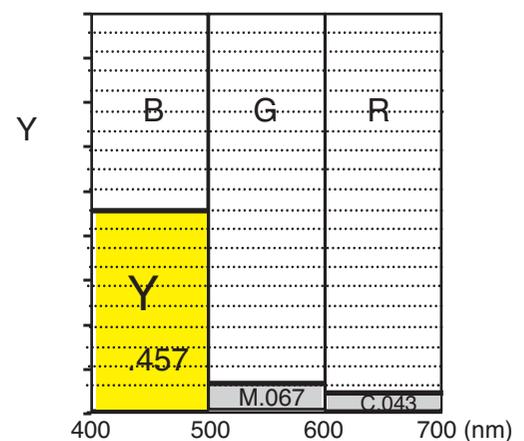
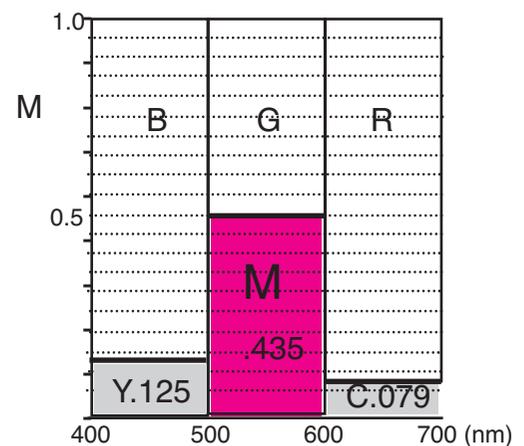
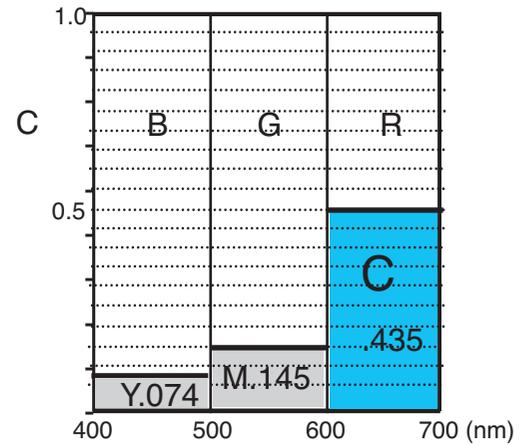
同ボタンを押すと、各光源によってどのように色の分光分布が変わるかわかる。

■モニタ測色を可能にする秘訣<グレイバランス>

Gバランス（G-Calibration）は、ここでは正しい測色をするために、測色するときの照明光とモニタ発色の色と明るさを一致させる

fig 35-2

現実にある濃度0.5（.50）のCCフィルターのRGB平均分光透過率（Block）からつくったCMY Block濃度表。（灰色部分が有害吸収部分）



このように、RW CMYシステムでは縦割りによりRGBとCMYの割合、色材のCMYは濃度Dにより、反射または透過するRGB光は反射率、透過率で、いずれも具体的な数値として取り扱うことが可能になる。

ゼロ点調整である。この秘訣なしには測色はできない。

<RW色彩学>独自ノウハウであるグレイバランスは、まず<RWカラーバランスシステムα>での「標準カラープリントの製法」(特許第1247025号)からはじまる。撮影時に照明光を記録し、照明光が無色になるよう調整した条件で撮影画面を焼き付けることより、従来の画面ごとに調整するがゆえに焼き付けるたびに色と濃度が違ってくるカラープリントの問題点を根本的に解決可能となった。

その基本ノウハウは、デジタルでもモザイクチャートを刷り出し、無彩色位置を見出してプリンター調整するデジタルプリント用<RWプロスキャン-7 (Bセット)>、<RWプリンター調整ガイドCCG-55>に應用。更に、色覚判定法でもモザイクチャートに対してGスケールを用いてグレイバランスする位置の相違から眼の色特性を判定可能にするために應用され、そのすべてで特許を取得してきた、色再現問題を唯一解決可能にするRWの絶妙ノウハウであり、これなしにiPad色彩学の完成もなかった。

■モニタのGバランス調整(G-Calibration)

fig 36-1において、両者を等色させると、Gカード7番の色と明るさおよびモニタ発色部の色と明るさが一致することになり、CIE表色法に忠実な計算とその計算値相当を厳密発色させるiPhone、iPad、iPod機器なら、その照明状態、その位置において任意色を計測すれば任意色の正しいXYZ、xy、HV/C、Lab値の検出と発色が可能になる。<RW CIE Calc>の色計算法も同じだから、各所で示されるように、驚くほどの高精度な計算値と発色が得られている。

fig 36-1 ●カメラの自動色調整



●自動カメラでは、土産のフランス陶板も灰色(18%G)背景①では近似*するが、背景の②の薄いブルー、③のピンクの封筒色で大きく変わる。その法則性は「画面の強い色の補色方向に色が偏るカラーフェリア」。(※とはいえ、陶板色自体が色を変えている。)

本格デジカメでは、カメラレンズにRWDFをつけ撮影光源に向けホワイトバランスと露出を決めて撮影すればカラーフェリアが防止できる(HPご参照。)とはいえ、厳密測色は困難。

まして、一般の自動撮影や録画での色判定は、無謀に近い、ということを知っておく必要がある。

fig 36-2

●Gスケール側：7番

(反射濃度 0.7、反射率Y%=19.95。
(日本色彩研究所製))

フラットグレイ
Gカードは波長的起伏はきわめて少ない

400~700nm

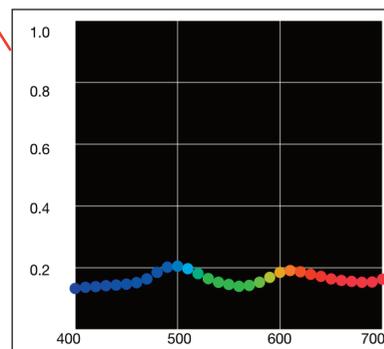


●モニタ発色部：

モニタ側発色ボタン25CMY+O5C
モニタ本体設定(明るさ/壁紙)と光源(この場合はC)の明るさをGスケール7番と等色させたとき、発色部の明るさY%=18.94になる。差は僅か1%となる。

混色グレイ

CMYの混色では波長的起伏が生じてもフラットグレイとも等色する。



Gスケールの無彩色も波長的に完全にフラットではないが、起伏は少ない。厳密にはLab値を調べてみるのが一番判りやすい。aとbが0に近いほどフラットに近い。Gスケールのデータ fig 10-2でabを参照。一方モニタでは、計算色はCMYフィルターの重畳混色*であるために、分光分布は大きく波をうつ。しかし、計算値が一致すれば同じ無彩色に見える。関連項目 fig 7-1、7-2

*実際のモニタ発色はCMYではなくRGB混色であり、平坦ではないために生じる起伏のために、観測者の色感が標準観測者のカーブ(CIE等色関数)と異なると等色関係が崩れる。

したがって、JIS標準色票、またコダックCCフィルターなどと照合したとき、等色しない場合はその両方を検証し直してみる必要がある。

・そのほかの機能については機能説明、使い方については①から⑤を、また、基本理論、フィルタースケール等については別書類、1973年版「提案カタログ」、「色の作り方とはかり方」(復刻版)を参照していただきたい。

- <あ>
 青空光 fig 17-1、2
 色温度図表呼び出し fig 2-1⑩
 色温度 fig 17-3
 色温度検出 fig 17-4
 色の足し算と引き算 13b
- <か>
 カメラとスクリーンショット 8
 カラーピッカー 1a、fig 6-1
 <<>
 クリアボタン fig 2-1⑨⑭
 グレイスケール濃度ほか換算表 fig 3-1
 グレイ x 光源カーブ fig 11-1
 グレイバランス 36
- <け>
 原器CCフィルター色とモニタ発色 20、20b
 現実色材の説明 35
 計算数値とカタログ表示値 20、20b
- <こ>
 光色判定 14
 混色 11、35
 光源切換え部 fig 2-1⑦
- <さ>
 三原色の色概念と色の大きさ 33
 視感カラーメーター fig 16-6
 視感色彩計測の原理とその検証 7
 色覚判定 31、7
 色相名の見出し方 fig 26-1
 主波長及びその色相名 fig 26-1
 色環 13a
- 室内自然光 15
 純色 12、fig 34-1
 スクリーンショット 8
 数値表示部 fig 2-1⑥
 照明光呼び出し fig 4-1b、fig 2-1⑳
 赤外色覚 31
 測色値とJIS標準色票との比較、その整合性 22
- <た>
 太陽直射光 15
 正しい色を観察 そして撮影 4
 ディスプレイ色の厳密判定 14
 天空光を測る fig 15-3
 等色 8
 等色判定可能な範囲 7
- <な>
 ナトリウムランプ fig 16-4
- <は>
 ハイライト色 fig 21-1b
 80Aフィルターの徹底検証 19
 発色部の厳密な明度調整 fig 9-1
 反射色測定の場合 Gray Calibration 8
 標準光源とその分光特性 5
 標準光源のxy値 18
 (iPadで標準照明 fig 8-1 fig 3-1
 標準光源CとD65測定の比較 23
 ブロック法で捉える 33
 分光分布 fig 2-1⑤
 補色 12
 補色の算出 13b、13c
 ホワイトスペース fig 2-1 ②
 本体の明度調整 fig 18-5
- <ま>
 ミロ色 25~30
 モニタ発色部 fig 2-1①
 モニタの明るさ調整 fig 5-4
 <や>
 有彩色 x 光源カーブ fig 11-2
- <ら>
 ローソクの光 16
 ロックボタン fig 2-1⑧
-
 「Block」モード 11、33、fig 34-2
 「Block」モード測定 24
- <C>
 Calibration調整の方法 10
 CIE色計算 34
 CMYボタン fig 2-1③
 CMY量、RGB量判定と展開 26
 CMY量とRGB量 33
- <E>
 EK-CC⇔Block切り換え部 fig 2-1⑩⑩
 「EK-CC」の場合の無彩色の明るさと色の変化 fig 4-2、3
- <G>
 Gray Calibration 8
 Gカード 9
 Gカードがない場合の判定法 fig 9-4
- <I>
 iPad光源で<SUICA>測色 21
 iPadが標準光源 C光源&D65 fig 8-1-2、fig 14-3、4
- <J>
 JIS標準色票の場合のG-Calibration fig 9-3
 JISZ9112 付図 fig 17-4
 <L>
 Light Sourceボタン fig 2-1⑫⑰
 <N>
 NDボタン fig 2-1④、4
 NDボタンとGカード番号との対応関係表 fig 10-2
 <O>
 opボタン fig 2-1⑪⑬
 op機能 4
 <P>
 Photoshpへの入力検証 1a、6
 <R>
 RGB値 fig 2-1①、10b
 <RW GRAYSCALE-2セット>
 fig 9-2
 <RW GRAYSCALE-3セット>
 fig 9-2b、10-3
 <RW GRAYSCALE>使用の場合 fig 10-1
 <RW GRAY SAMPLE>
 fig 21-1
 RW<Gallery> 28~30
- <T>
 T色/R色切り換え部 fig 2-1⑧⑮

fig 37-1 1973年版

「提案カタログ」表紙 (A4 16p)

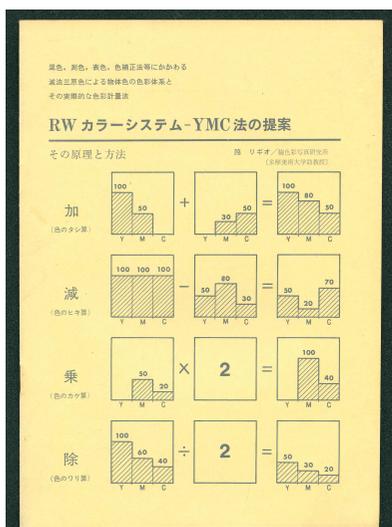
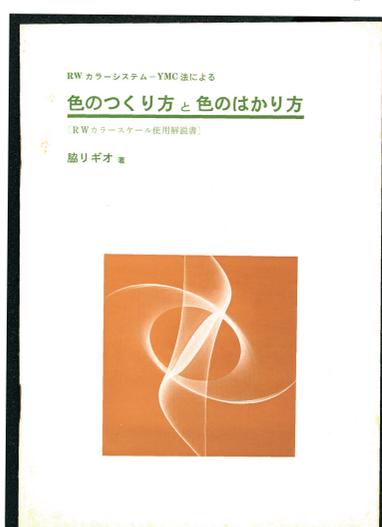


fig 37-4 1973年版

「色の作り方 はかり方」(A5 36p)

1973年版の
復刻版を準備中。



<発売後の追加説明欄>・・・Ver 1.2以降、機能追加、カタログの訂正、補充等があれば、この欄でおこないます。常に、最新RW HPでこの欄をご確認下さい。

●2013/xx/xx

①xxxxxxxxxxxxx.

